
NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06272161 2

PUBLICATION INDUSTRIELLE

DES

MACHINES, OUTILS ET APPAREILS

PARIS. — IMPRIMERIE DE J. CLAYE
RUE SAINT-BENOIT, 7

PUBLICATION INDUSTRIELLE

DES

MACHINES

OUTILS ET APPAREILS

LES PLUS PERFECTIONNÉS ET LES PLUS RÉCENTS

EMPLOYÉS

DANS LES DIFFÉRENTES BRANCHES DE L'INDUSTRIE FRANÇAISE ET ÉTRANGÈRE

PAR

ARMENGAUD AINÉ

INGÉNIEUR, ANCIEN PROFESSEUR AU CONSERVATOIRE IMPÉRIAL DES ARTS ET MÉTIERS

Membre de la Société d'Encouragement et de la Société industrielle de Mulhouse

Qui peut mettre un terme à la perfectibilité humaine?

TEXTE

TOME ONZIÈME

PARIS

CHEZ L'AUTEUR, 45 RUE SAINT-SÉBASTIEN

Et chez les principaux Libraires de la France et de l'Étranger

—

1858

PUBLICATION INDUSTRIELLE

DES

MACHINES, OUTILS ET APPAREILS

ONZIÈME VOLUME

Avant de commencer le XI[e] volume de ce Recueil, nous avons cru devoir faire une nouvelle excursion dans les principaux centres industriels de la France, afin de nous rendre compte, par nous-même, des progrès incessants de nos manufacturiers. Nous avons pensé que c'était le meilleur moyen de mettre nos lecteurs au courant des véritables perfectionnements de notre époque. C'est ainsi que nous avons visité, dans tous leurs détails, des usines métallurgiques, des filatures, des moulins, des ateliers de construction, en recueillant des documents précieux, des matériaux utiles que nous mettons actuellement en ordre, afin de les reproduire dans ce volume.

Nous le faisons avec d'autant plus de plaisir, que ces documents nous ont été communiqués, avec la meilleure grâce, avec la plus grande obligeance, par les chefs d'établissements eux-mêmes, qui, déclarons-le hautement, sont en général beaucoup plus désintéressés, beaucoup plus communicatifs que la plupart des industriels étrangers.

Et cependant, il faut bien qu'on le dise, c'est évidemment en France que l'on a fait le plus de progrès en industrie. Il suffirait de consulter le catalogue des brevets d'invention et de perfectionnement pris dans chaque pays civilisé, pour connaître que la nation française doit être placée au premier rang.

En effet, il résulte des renseignements officiels que nous avons recueillis aux meilleures sources, que le nombre des brevets français dépasse de beaucoup 5,000 par année (1), tandis qu'en Angleterre on ne compte pas encore annuellement 3,000 patentes.

(1) Voici le nombre exact des brevets délivrés *en France* et *en Angleterre* dans les cinq dernières années :

	EN FRANCE	EN ANGLETERRE
En 1852	3279	1635
1853	4065	3015
1854	4563	2764
1855	5398	2958
1856	5830	2989

Aux États-Unis, où l'activité industrielle et commerciale est si surprenante, le nombre des patentes demandées s'est élevé, en 1855, à 4.40[illegible]; mais celui des patentes accordées est à peine supérieur à 2,000; car, quoique cette nation se croie la plus libre du monde, sa loi sur les brevets d'invention n'est pas, selon nous, la plus libérale.

En Autriche, pays qui comprend, comme on le sait, la Hongrie, la Lombardie, et une foule de principautés (soit une population de 36.000.000 âmes), on compte, en 1855, au plus 626 demandes de brevet.

La Belgique, comparativement à son petit nombre d'habitants, doit être évidemment placée à un rang plus élevé, car elle a délivré jusqu'à près de 2.000 priviléges en 1856 (1).

La Prusse, qui passe pour un pays très-avancé, grâce un peu à tout ce qu'elle peut recueillir, sans peine et sans frais, des autres contrées, n'a délivré en 1856 que 82 priviléges. Il est vrai que l'on a formé dans cet État plus de 800 demandes; mais, avec le principe ou plutôt le prétexte que les inventions ou les améliorations que l'on y apporte ne sont pas nouvelles, ou ne présentent pas d'intérêt, c'est à peine si l'on accorde un brevet sur 10 demandes.

La Sardaigne, qui ne délivrait, en moyenne, que 26 brevets par année, en a délivré plus de 500 depuis sa nouvelle loi, soit près de 220 en 1856.

En Russie, où l'industrie va commencer, nous le croyons, à se développer rapidement, on n'avait pas formé 25 demandes de brevet dans tout le cours de l'année 1856.

Nous avons pu constater aussi, et nous le disons avec quelque orgueil, qu'un grand nombre de nos usines ne sont pas seulement les plus avancées sous le rapport des procédés, des moyens de fabrication, mais encore peuvent rivaliser, pour la bonne exécution, comme pour la qualité et la quantité des produits, avec les premières usines du continent. Nous citerons des établissements, par exemple, où l'on fait plus, mieux et avec plus d'économie qu'en Angleterre, pays le plus favorisé par les matières premières, ainsi que par ses grands capitaux et par ses nombreuses voies de communication. Nous ajouterons que, si parfois des personnes comme nous en avons rencontré dans notre dernier voyage, ont annoncé que nous sommes inférieurs à nos voisins, qu'on ne voit pas chez nous de fabriques aussi importantes qu'ailleurs, c'est que ces personnes, curieuses d'aller au loin, n'ont pas visité ce qui est à leur porte. Combien de voyageurs, parmi lesquels des savants, des ingénieurs, des hommes connus, sont aller voir des usines anglaises ou allemandes, et ne connaissent seulement pas celles que nous avons au Creuzot, à Rive-de-Gier, à Oullins, à Rouen, au Hâvre, à Marseille, à Fourchambault, à Lille, à Mulhouse, à Guebwiller et même à Paris, comme dans une foule d'autres localités de la France !

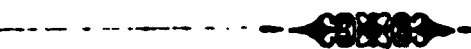
(1) C'est en Belgique que la loi sur les brevets est la plus favorable aux inventeurs, puisqu'elle n'exige que 10 francs de taxe pour la première année. Aux États-Unis, en Espagne, en Russie, et dans la plupart des États d'Allemagne, il faut payer la taxe intégralement en formant la demande, et, comme dans plusieurs d'entre eux cette taxe est très-élevée, peu d'inventeurs français se décident à s'y faire privilégier.

MARTEAU-PILON A VAPEUR

Perfectionné par **M. DAELEN**, ingénieur allemand

Et construit par **M. EGELLS** (de Berlin)

(PLANCHE 1re)



En nous occupant, à différentes reprises, des marteaux-pilons, nous n'avons pas cru trop faire à l'égard de ces utiles appareils, auxquels on doit certainement l'immense développement qu'a reçu, en peu d'années, l'industrie de la forge, et la possibilité de construire des machines dans des proportions exceptionnelles, comme il nous est donné d'en voir appliquées pour la marine à vapeur.

On sait, en effet, que les appareils de navigation renferment les pièces les plus considérables en fer forgé, et qui ne peuvent pas être remplacées par un autre métal, différemment travaillé.

Mais, si les marteaux-pilons sont l'âme de la fabrication des grosses pièces de forge, ils ne sont pas moins utiles pour celles de moindre importance : l'usage tend même à s'en répandre généralement ; d'ailleurs, des constructeurs intelligents ont imaginé d'établir de ces machines sous de faibles dimensions, et dont la manœuvre est tellement simplifiée et la commande si facile, qu'elles peuvent être admises dans tous les établissements, quel que soit le mode de puissance motrice à leur disposition.

Aussi il existe aujourd'hui, non-seulement des pilons à vapeur de toutes les dimensions, mais encore des marteaux-pilons mus par des moteurs à rotation ordinaire, avec des transmissions mises en mouvement par des machines à vapeur ou des moteurs hydrauliques, ou même par de simples moteurs animés.

Néanmoins, quand il s'agit d'outils puissants, c'est toujours l'action directe de la vapeur que l'on adopte, et qui s'emploie pour soulever la masse qui constitue le marteau proprement dit. Celui de M. Daelen, que nous allons décrire, est de cette catégorie.

Avant d'en parler spécialement, nous rappellerons ceux qui ont été publiés précédemment dans cet ouvrage, et avec l'un desquels il peut

se rattacher sous bien des rapports. Si l'on examine, en effet, le système de marteau de M. Nasmith (4e vol., pl. 32), on pourra voir qu'il renferme, en principe, la plupart des éléments de celui de l'ingénieur allemand. Dans chacun de ces deux appareils, on a cherché à obtenir la variation de la course et de l'intensité du coup : tous deux sont en quelque sorte automatiques, c'est-à-dire qu'une fois mis en mouvement, les coups peuvent se succéder avec toute la rapidité nécessaire et variable, sans avoir besoin de mettre la main aux agents qui opèrent la distribution.

Mais les moyens sont différents, quoique ayant de l'analogie, ainsi qu'on pourra s'en rendre compte par le dessin que nous en avons donné.

Après le marteau Nasmith, nous avons publié dans le 6e volume, d'une part, celui de M. Cavé, d'une construction plus simple, mais aussi qui n'est pas appelé à effectuer des opérations aussi complexes, et, d'un autre côté, celui de MM. Petin et Gaudet, qui ont fait faire de si grands progrès dans l'exécution des grosses pièces de forge et qui ont également apporté des modifications importantes dans plusieurs de leurs marteaux-pilons.

Ces habiles fabricants préfèrent, avec beaucoup d'autres maîtres de forges, les pilons à vapeur fonctionnant à la main, aux *self-actings*, dont le mécanisme est toujours plus compliqué, et plus susceptible par cela même de se déranger.

Enfin, récemment, dans le 10e volume, nous avons fait voir l'ingénieux système de MM. Guillemin et Minary (de Besançon), lequel consiste dans l'emploi d'un fluide pour mettre le marteau en mouvement, et permet l'application d'un moteur quelconque, tout en jouissant des mêmes propriétés (comme la variation dans la marche), que les marteaux à vapeur de MM. Nasmith et Daelen.

Nous avons eu également l'occasion de mentionner les marteaux verticaux de M. Schmerber, constructeur à Tagolsheim, en Alsace.

On se rappelle que ces marteaux, mus par des cames, sont établis sur des dimensions diverses, et peuvent être employés, dans toutes les usines, quels que soient leurs moteurs, puisqu'ils n'exigent pas de production de vapeur spécialement affectée à leur service.

Avec le mode adopté dans la construction des marteaux-pilons en général, on est presque toujours dans l'obligation d'y prêter la main pour affermir la tige du piston, qui est, comme on sait, très-sujette à des réparations, et afin d'éviter la rupture de cette tige et celle du marteau lui-même, ce qui arrive assez fréquemment.

L'ingénieur Condie a cherché à éviter ce défaut en rendant immobile la tige du marteau et en se servant du cylindre mobile à vapeur comme masse ; mais, par ce changement, d'autres inconvénients plus graves encore qu'auparavant se sont produits, car, s'il arrive aux marteaux Nasmith que la masse se fende, un cylindre creux est beaucoup plus exposé à ce danger, et alors la pièce à remplacer est très-dispendieuse.

Outre cela, ce système de marteau consomme beaucoup plus de vapeur,

parce que l'espace entre le couvercle du cylindre et le piston doit être assez grand, à cause des passages longitudinaux de la vapeur, pratiqués dans la tige du piston, et à chaque coup de ce dernier la vapeur comprise dans cet espace et dans la tige s'échappe sans avoir été utilisée.

Par ces passages préjudiciables, on emploie à peu près un quart de plus de vapeur qu'avec les autres marteaux; cette perte se trouve encore augmentée de beaucoup par la condensation de la vapeur dans le cylindre, provoquée par l'entrée et la sortie d'air froid au bas de ce dernier, à chaque coup de marteau, et, de plus, ces marteaux fonctionnent aussi lentement que les autres.

L'ingénieur constructeur, M. Farcot, dont nous avons publié divers travaux importants, s'est fait breveter récemment en France et à l'étranger pour des perfectionnements qu'il vient d'apporter aux marteaux-pilons à vapeur, afin de les faire marcher à grande vitesse et à grande détente; ils consistent, en principe, à équilibrer le poids du marteau par un ressort d'intensité variable, qui tend à le faire remonter au haut de sa cource dès qu'il est abandonné à lui-même.

La vapeur venant de la chaudière n'agit qu'au-dessus du piston et avec une pression facultative, déterminée par la machine; de cette façon, le marteau descend en comprimant plus ou moins rapidement le ressort qui le fait remonter. Ce ressort peut être en caoutchouc, en bois ou en métal, ou mieux produit par la vapeur introduite sous le piston à une détente quelconque; dans ce cas, le diamètre du piston est calculé pour que, en admettant la vapeur pendant un cinquième de sa course, par exemple, le marteau continue à descendre jusqu'à ce que la pression, qui se trouve au-dessus du piston, devienne égale à la tension du ressort de vapeur qui doit le faire remonter.

Nous donnerons prochainement, nous l'espérons, un dessin complet et une description détaillée de ce système de marteau, ce qui permettra d'apprécier plus aisément les avantages qui doivent résulter de son application dans l'industrie.

Le marteau perfectionné de M. Daelen, que nous allons décrire, était à l'Exposition universelle de 1855, où il avait été présenté par le constructeur, M. Egells, qui a bien voulu nous autoriser à le relever dans toutes ses parties. Quoique plus compliqué que les marteaux-pilons qui fonctionnent à la main, nous avons cru devoir le publier à cause des particularités de son ingénieux mécanisme.

DESCRIPTION DU MARTEAU A VAPEUR REPRÉSENTÉ PAR LES FIG. 1 A 13 DE LA PL. 1.

La fig. 1 représente le marteau-pilon en élévation, vue de face;

La fig. 2 en est un plan, vu en dessus;

La fig. 3 est une section transversale, faite par le milieu du cylindre à vapeur;

La fig. 4 représente le marteau, vu du côté gauche pour montrer le mécanisme qui fait varier la course du piston ;

La fig. 5 est une section horizontale, faite à la hauteur de la ligne 1-2.

Nous allons décrire successivement les différentes parties qui composent l'ensemble de ce marteau. On remarque d'abord :

Le bâti proprement dit, ou la partie fixe de l'appareil et son enclume ;

Le marteau vertical, ou le pilon mobile et sa grosse tige, portant le piston moteur ;

Le cylindre à vapeur et la distribution faisant fonctionner le marteau ;

Enfin le mécanisme destiné spécialement à faire mouvoir le tiroir, et celui qui règle la course du marteau, ainsi que la disposition employée pour faire varier les chocs.

Bati et enclume. — Le bâti est formé de deux colonnes A et A′, fondues separément. Chacune de ces colonnes est venue de fonte avec une forte flasque à nervures A^2, contre lesquelles viennent s'ajuster les guides ou coulisseaux B et B′. Ces guides sont dressés exactement dans toute leur hauteur pour que le marteau puisse toujours descendre dans une direction parfaitement verticale. Ils sont réunis aux flasques A^2 des colonnes A et A′, au moyen de forts boulons *b* (fig. 5).

Les colonnes A et A′ sont réunies à leur sommet par un entablement C qui est boulonné de chaque côté sur les flasques de ces colonnes. C'est sur cet entablement, renforcé à sa partie supérieure par des nervures, que repose le cylindre à vapeur qui met directement le marteau en action.

L'*enclume* en fer forgé D est apportée dans la *chabotte* ou masse de fonte D′, laquelle repose sur la plaque de fondation qui reçoit et relie tout l'appareil ; cette plaque est assise elle-même sur un massif en madriers, afin de présenter le plus de résistance possible aux chocs du marteau.

Tout le système est boulonné sur cette plaque de fondation qui existe dans toute la longueur.

Marteau, tige et piston. — Le *marteau* E est, comme l'enclume, en fer forgé aciéré à sa surface travaillante. Il est ajusté à queue d'hironde à la base d'un fort bloc de fonte E′, renflé dans cette partie.

Ce bloc ou porte-marteau est fondu avec un fort cylindre F, traversé dans toute sa hauteur par la tige du piston à vapeur. Cette disposition présente une plus grande solidité que celle adoptée dans les marteaux-pilons ordinaires. Cette tige intérieure F′ est en acier, et fait corps avec le piston F^2 qu'elle relie au porte-marteau au moyen d'un écrou à sa partie inférieure (fig. 3).

Avec une telle disposition, on évite les inconvénients reprochés aux appareils de ce genre : lorsqu'on voulait augmenter la vitesse du pilon ou la contre-pression de la vapeur, les tiges de piston et les pistons eux-mêmes étaient susceptibles de se briser sous les chocs réitérés. Le piston F^2 est construit comme celui des machines à vapeur ; c'est un simple plateau en

fonte *f*, contre lequel jouent deux segments métalliques *f'*, retenus par une plaque supérieure.

Avec le porte-marteau est aussi venue de fonte une saillie *e* en plan incliné formant came, et doublé d'une épaisseur d'acier. Cette came agit lorsque le marteau monte et fait changer la position du tiroir de distribution au moyen d'une combinaison de leviers que nous décrivons un peu plus loin.

CYLINDRE A VAPEUR ET DISTRIBUTION. — Le cylindre à vapeur G, comme le montre la fig. 3, est fondu avec une table verticale G', dressée sur toute sa superficie extérieure, et sur laquelle est boulonnée la boîte en fonte H qui renferme le tiroir de distribution H'. Vers la base supérieure du cylindre est venue egalement à la fonte une autre table plus petite I, sur laquelle glisse le petit tiroir en bronze *i*, renfermée dans une seconde boîte de fonte I'. Ce tiroir *i* sert à faire passer la vapeur qui a soulevé le marteau, par-dessus le piston, afin de presser par expansion, et de donner plus ou moins d'énergie aux chocs du marteau suivant les pièces à forger.

Sur la boîte de distribution H, est rapportée une autre boîte plus petite J, dans laquelle se meut horizontalement et à la main un tiroir J' formant soupape d'admission à la vapeur qui arrive directement de la chaudière par le tuyau *j* (fig. 3). Il sert de régulateur proprement dit, soit pour permettre d'arrêter le marteau instantanément, soit pour donner une quantité convenable de vapeur, selon le travail qu'on veut faire.

Ce tiroir est mû par un levier K, assemblé dans une mortaise qui est forgée avec l'extrémité de sa tige et qui oscille autour d'un petit arbre *k*, retenu sur la boîte H par deux oreilles *h* et *h'*, fondues avec cette dernière; la manette K', forgée à angle droit avec le petit levier K, permet à l'ouvrier chargé de conduire le marteau de régler à volonté l'introduction de la vapeur dans la grande boîte de distribution H.

On remarquera que, pour faciliter la manœuvre des différents leviers dont on se sert pour régler la marche du marteau, il faut que l'ouvrier chargé de le conduire puisse être à leur portée. A cet effet, de petits marche-pieds *a*, fixés de distance en distance et en hélice sur la colonne A, permettent de monter à sa partie supérieure, qui est entourée d'un garde-corps *a'*.

Le cylindre à vapeur est fermé à sa partie supérieure par un fond *g*, muni d'un robinet qui sert à graisser le piston, et à sa partie inférieure il reçoit le couvercle à nervures *g'*, muni d'une garniture d'étoupes.

Ce cylindre est fondu au quart de sa base avec des nervures et une bride g^2 pour reposer sur l'entablement C, où il est solidement retenu par des boulons, comme l'indiquent les fig. 3 et 4.

MÉCANISME DU TIROIR DE DISTRIBUTION. — La fig. 12 représente une coupe horizontale du cylindre à vapeur faite suivant la ligne 3-4 et qui indique les positions extrêmes du tiroir H', et montre que la tige de ce tiroir L se prolonge pour recevoir un petit piston en bronze, sur lequel presse la

PARIS. — IMPRIMERIE DE J. CLAYE
RUE SAINT-BENOIT, 7

PUBLICATION INDUSTRIELLE

DES

MACHINES OUTILS ET APPAREILS

LES PLUS PERFECTIONNÉS ET LES PLUS RÉCENTS

EMPLOYÉS

DANS LES DIFFÉRENTES BRANCHES DE L'INDUSTRIE FRANÇAISE ET ÉTRANGÈRE

PAR

ARMENGAUD AINÉ

INGÉNIEUR, ANCIEN PROFESSEUR AU CONSERVATOIRE IMPÉRIAL DES ARTS ET MÉTIERS

Membre de la Société d'Encouragement et de la Société industrielle de Mulhouse

Qui peut mettre un terme à la perfectibilité humaine?

TEXTE

TOME ONZIÈME

PARIS

CHEZ L'AUTEUR, 45 RUE SAINT-SÉBASTIEN

Et chez les principaux Libraires de la France et de l'Étranger

—

1858

n'étant plus retenu par aucun obstacle, continue sa course, et découvrant de nouveau l'orifice N, permet à la vapeur, venant de la chaudière, d'entrer dans le cylindre sous le piston, et de soulever ainsi le marteau. Au contraire, la vapeur qui était au-dessus du piston est chassée violemment par l'excédant de pression de celle qui vient agir en-dessous et s'échappe au dehors par l'orifice N^2 qui se trouve découvert.

Voici comment s'opère le changement des pièces dont nous venons de parler. La touche T, en repoussant la lame S contre le ressort, fait pivoter l'arbre Q, après lequel elle est fixée ; cet arbre amène dans son mouvement la came P', qui laisse ainsi la place nécessaire pour ne pas gêner la rotation de l'arbre M', tournant de gauche à droite par sa liaison avec la tige du tiroir ; ce mouvement de rotation est produit par l'action du ressort en caoutchouc, fixé entre les plateaux l' et l^2.

La marche ascensionnelle et descensionnelle continue alors pendant tout le temps que le tiroir J', qui sert de régulateur, reste ouvert.

Les coups très-faibles des marteaux-pilons sont produits, comme on le sait, lorsque le machiniste laisse introduire la vapeur sous le piston, avant que le marteau ait frappé. Par ce moyen on peut même, en faisant entrer assez tôt la vapeur sous le piston, arrêter complétement le marteau dans sa chute.

La même chose peut s'effectuer pour celui-ci en amenant le levier U de droite à gauche. Ce levier tourne librement autour de l'arbre M', fig. 10, et se termine par une sorte de came *u*, qui vient frotter contre la came correspondante *u'*, calée sur l'arbre Q ; or, en tournant le levier U, son extrémité déplace la came *u'*, et, comme on l'a vu plus haut, la came à deux saillies P' est fixée sur cet arbre ; il s'ensuit que, celui-ci étant plus tourné que dans le cas ordinaire, la came P' vient buter sur la seconde saillie, lorsque le tiroir s'en retourne : et par cela même cette came donne la course nécessaire au tiroir, pour que la vapeur puisse entrer immédiatement sous le piston, et paralyser ainsi l'effet de la descente, de telle sorte que le marteau reste suspendu au-dessus de la pièce à forger. Le levier U glisse sur un petit support *z* en fer fixé à l'entablement. Ce petit support *z* est muni de deux entailles, dans l'une desquelles on peut faire entrer le levier U, suivant la course nécessaire à donner pour le jeu du tiroir.

On peut arriver au même résultat sans perte de vapeur ; pour cela on tire, à l'aide du levier *i'*, le tiroir *i* qui se trouve dans le haut du cylindre G et qui bouche ainsi l'orifice N', ou l'entrée de vapeur sur le piston.

En fermant entièrement ou partiellement l'introduction de la vapeur, celle-ci reste sous le piston ou s'échappe lentement.

M. Daelen emploie également une autre disposition de distribution de vapeur dans le cylindre et qui est représentée sur les fig. 14, 15 et 16.

Cette disposition consiste à avoir un distributeur ou disque enfermé dans une boite, rapportée sur une table de distribution, fondue avec le

cylindre, comme on le voit en plan fig. 14 et en élévation fig. 15, qui montre une section et une vue de côté du nouvel appareil.

Pendant la non-activité du marteau, le distributeur de vapeur M se trouve dans la direction *a a'* (indiquée sur la fig. 16).

En admettant que le marteau soit en marche, par le mouvement inférieur du levier G, on tourne le distributeur M jusqu'à la ligne *b b'*, de manière que l'ouverture E pour l'entrée de la vapeur, qui arrive par le tuyau T, soit en communication avec le passage U, afin que la vapeur entre dans le cylindre au-dessous du piston et relève celui-ci. En même temps, la vapeur, qui se trouve au-dessus du piston, s'échappe par les passages O et A, celui O étant en communication avec la partie supérieure du cylindre à vapeur, et celui A avec l'air libre. Le distributeur M est enfermé dans une boîte M', rapportée sur une table N, fondue avec le cylindre à vapeur, et sur laquelle table se trouvent les ouvertures O A E U.

Aussitôt que le piston est arrivé à son plus haut point, le coin *h*, fig. 16, fixé sur la partie inférieure de la masse, agit contre le rouleau *c* du levier *k* et fait prendre au distributeur la position *c c'*, ce qui met en communication les passages U O, et la vapeur qui a soulevé le piston dans l'espace annulaire, compris entre la tige du piston et le cylindre, traverse les passages au-dessus du piston pour agir par sa force expansive sur la plus grande surface du piston.

De cette manière, le marteau fonctionne avec plus de célérité et avec beaucoup plus de force que ceux qui retombent par leur propre poids.

Le mouvement du distributeur est exécuté à la main par le machiniste au moyen du levier G, fig. 16, monté sur l'arbre *g*, tournant dans des paliers boulonnés sur le bâti du marteau. Cet arbre est muni d'un contrepoids *l* et d'un butoir *m* qui glisse le long du bâti et empêche que le levier qui commande le distributeur n'aille trop loin.

MOYEN DE RÉGLER LA HAUTEUR DE CHUTE. — On a souvent besoin, suivant que les pièces qu'on doit forger sont plus ou moins lourdes et volumineuses, de varier la hauteur de la chute du marteau.

Pour arriver à ce résultat, un petit arbre V, fileté dans toute sa longueur, est retenu sur la came P au moyen d'un goujon, fig. 3, 4, 8 et 9, qui le laisse libre de tourner sur lui-même ; l'arbre V s'élève verticalement et parallèlement à ceux M' et Q, après avoir traversé le levier courbe O', qui est muni d'une bague *o*, formant écrou pour recevoir les filets de l'arbre. Une petite roue d'angle *v* est calée sur l'extrémité de l'arbre V et engrène avec une seconde roue un peu plus grande *v'*, laquelle est ajustée sur un petit axe qui tourne librement dans une douille X, calée sur l'arbre M' ; ce petit axe V est terminé par une manivelle *x* qui est à la porte du conducteur de la machine.

Si l'on veut, par exemple, donner plus de course au marteau, l'ouvrier, saisissant la manivelle *x*, fait tourner la roue *v'*, qui transmet son mouvement au pignon *v*, lequel entraîne l'arbre V dans sa rotation; cet arbre, en

tournant, fait monter le levier courbe O′ qui porte le galet O, puisque celui-ci est traversé par l'arbre V, qui forme vis dans la douille; et comme le marteau, en montant, rencontrera plus tard le galet O au moyen du plan incliné *e*, le tiroir H′ fermera plus tard également l'introduction de vapeur dans le canal N.

On remarque que le levier O′ peut monter ou descendre sur l'arbre M′, attendu qu'il glisse par ses clavettes dans deux rainures pratiquées de haut en bas de cet arbre.

Lorsqu'on veut donner au contraire une course moindre, il faut tourner la manivelle *x* dans le sens inverse; et le galet O, descendant plus bas qu'à l'ordinaire, est rencontré plus tôt par la saillie *e* du porte-marteau, ce qui fait que le canal N est fermé également un peu plus tôt.

On peut voir, par la description qui précède, que la conduite de ce marteau est très-simple, et qu'il réunit néanmoins toutes les conditions voulues pour marcher aussi bien conduit à la main que d'une manière tout à fait automatique.



FORGES IMPÉRIALES DE GUÉRIGNY

Dirigées par **M. ZÉNI**, ingénieur de la marine

On sait que les forges de Guérigny fabriquent depuis longtemps les ancres et les clous de toute espèce pour la marine de l'État, et que cet établissement s'est fait remarquer aux Expositions universelles, sous la direction de M. Zeni, pour l'exécution parfaite des plus fortes ancres que l'on ait vues jusqu'alors.

En visitant cette usine tout récemment, nous avons admiré le nouveau matériel important que MM. Thomas et Laurens y montent en ce moment pour la fabrication des fortes tôles destinées à la construction des navires et des chaudières.

Ce matériel comprend des séries de laminoirs mus par une puissante machine horizontale, des fours d'affinerie et à réchauffer, une soufflerie à grande vitesse et à tiroir apparent, pour laquelle ces ingénieurs sont brevetés depuis plusieurs années, de forts marteaux-pilons, de gros tours à chariots, une grande cisaille d'une disposition ingénieuse qui permet de découper les feuilles de toute grandeur, etc.

M. Zeni, qui a eu l'obligeance de nous faire voir cet établissement, nous a en même temps fait remarquer les charpentes du bâtiment, qu'il a eu le soin de faire couvrir d'une peinture incombustible composée de ciment, de chlorure de calcium et de colle-forte.

On doit à cet habile ingénieur plusieurs innovations fort utiles, et en particulier un *appareil à réduire les combustibles*, que nous ne tarderons pas à publier.

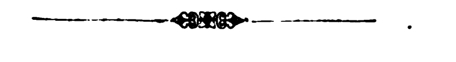
MACHINE A VAPEUR HORIZONTALE

AVEC DISTRIBUTION PAR SOUPAPES ÉQUILIBRÉES

Par M. J.-F. RÉVOLLIER

CONSTRUCTEUR A SAINT-ÉTIENNE

(PLANCHE 2)



Parmi les nombreuses machines à vapeur qui étaient exposées dans l'annexe du Palais de l'Industrie en 1855, et dont plusieurs actionnaient la longue transmission de mouvement établie pour faire mouvoir les métiers de filature et d'autres appareils, on a certainement remarqué celle de M. Révollier, de Saint-Étienne, qui se distinguait par ses dispositions particulières et qui fonctionnait avec une grande régularité.

M. Révollier est un des constructeurs qui ont bien compris l'utilité de l'emploi des soupapes équilibrées dont on fait usage depuis longtemps dans les machines du système de Cornouailles, pour remplacer le tiroir de distribution qui règle l'introduction de la vapeur dans le cylindre.

Déjà, dans le 5e et le 6e volume de ce Recueil, nous avons décrit des modèles de ce système avec détails, en en faisant ressortir les avantages, comme application aux appareils à élever l'eau, et ensuite aux machines horizontales de Saint-Germain.

Depuis, plusieurs ingénieurs et mécaniciens habiles en ont également fait des applications heureuses, qui ont donné de très-bons résultats.

On sait que les soupapes à équilibre, n'occasionnant presque pas de frottement, exigent très-peu de force pour être mises en mouvement, et qu'elles ont la propriété de donner spontanément une large issue au fluide qui doit traverser leurs orifices, tout en se soulevant à une faible hauteur et en restant cependant à peu près équilibrées.

M. Révollier en a fait une application spéciale, non-seulement pour l'admission de la vapeur venant de la chaudière dans le cylindre, mais encore pour l'échappement de celle qui a produit son action sur le piston. Pour diminuer la longueur des conduits, il a placé une soupape de sortie à chaque extrémité du cylindre.

Si une telle disposition est plus compliquée que celle à tiroir ordinaire,

elle a du moins le grand mérite, d'un côté, de réduire les frottements, et par conséquent les pertes de force ; et, de l'autre, d'éviter les étranglements de la vapeur, et par suite les diminutions de pression, en ouvrant toujours les orifices d'introduction au degré voulu, et en les fermant presque instantanément pour opérer la détente, comme aussi d'éviter les contre-pressions, à la sortie, en ouvrant de même les ouvertures d'échappement le plus largement possible et avec une grande rapidité.

Une application récente de ce système a été faite au gros marteau-pilon de MM. Petin et Gaudet, à Rive-de-Gier, pour forger les plus fortes pièces, et permet de les manœuvrer avec la plus grande facilité et sans effort.

Le constructeur a également fait à sa machine l'application d'un mécanisme de changement de marche, qui n'est autre, du reste, que celui de la *coulisse* dite de *Stéphenson*, que nous avons vue pour la première fois appliquée aux machines locomotives (Voir 3e vol.).

Cette machine horizontale, que l'auteur a bien voulu nous communiquer, a été construite pour le service d'extraction d'une mine ; elle est à détente variable à la main, afin de permettre d'augmenter la puissance du moteur avec la profondeur des travaux.

DESCRIPTION DE LA MACHINE REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 1 A 4 DE LA PL. 2.

La fig. 1 est une élévation extérieure de la machine du côté des pièces de la distribution ;

La fig. 2 en est une projection horizontale également extérieure ;

La fig. 3 est un détail du cylindre, avec le compartiment des soupapes en section verticale suivant la ligne 1-2 de la fig. 2 ;

La fig. 4 est une section transversale du cylindre tout monté, suivant la ligne 3-4 des fig. 1 et 2.

CYLINDRE ET BOÎTES DE DISTRIBUTION. — Le cylindre A est fondu avec deux boîtes B, dont la forme extérieure est cylindrique, suivant la nature même des organes qu'elles renferment. Ces deux boîtes sont identiques l'une à l'autre et correspondent, par leur position respective et leurs fonctions, aux deux positions extrêmes du piston moteur. Elles sont divisées dans le sens vertical en trois compartiments distincts : *a*, *b* et *c*. Les compartiments supérieurs *a* communiquent constamment ensemble par un canal C, fondu de la même pièce que le cylindre, et par lequel leur arrive la vapeur issue du générateur. Ceux intermédiaires *b* sont mis en rapport par le jeu des soupapes, alternativement avec les compartiments inférieurs et supérieurs *a* et *c*, mais communiquent toujours avec l'intérieur du cylindre. Enfin, les compartiments inférieurs *c* se réunissent au canal D, par lequel s'effectue l'échappement de la vapeur, après qu'elle a terminé son action motrice sur le piston.

L'admission permanente de la vapeur dans le canal C se règle néanmoins par une soupape E, surmontée d'une tige filetée à manivelle *d*, et que l'on

tourne à volonté pour faire reposer la soupape sur son siége, ou l'en éloigner, suivant que l'on désire arrêter la machine ou la mettre en marche. Cette soupape est montée dans une boîte *e*, fondue avec le cylindre, ainsi que le canal *f* qui amène la vapeur, et dont la tubulure reçoit la boîte F du papillon régulateur, surmontée du conduit G allant à la chaudière.

Il est facile de comprendre le jeu des soupapes qui mettent ces diverses parties en rapport, afin d'opérer à propos l'entrée de la vapeur dans le cylindre et son échappement. Il suffira, pour en simplifier l'analyse, de ne s'attacher d'abord qu'à l'une des deux boîtes B, qui, comme nous l'avons montré, sont semblables.

La soupape supérieure H règle la communication du canal C, toujours plein de vapeur, avec le compartiment intermédiaire *b*, qui s'ouvre directement dans le cylindre ; lorsque cette soupape se lève, la vapeur s'introduit et pousse le piston. La soupape inférieure I repose en ce moment sur son siége et interrompt nécessairement la communication entre les compartiments *b* et *c*.

Mais, au retour du piston, la soupape supérieure est fermée et la vapeur du canal C n'entre plus en *b ;* celle I, qui est au contraire levée, met en communication les compartiments *b* et *c*, et permet à la vapeur de s'échapper en s'écoulant par le canal D.

Or, l'opération qui s'effectue dans l'une des boîtes à soupape B a lieu évidemment dans l'autre, mais inversement, c'est-à-dire que la soupape d'introduction H de l'une se lève simultanément avec celle d'échappement I de l'autre, ou elles se ferment dans le même ordre.

Mais on remarquera que ces mouvements, quoique ayant lieu géométriquement ainsi, peuvent néanmoins n'être pas absolument simultanés, attendu que l'auteur s'est réservé le moyen de leur donner isolément de l'avance, afin d'obtenir une détente à volonté.

Il est bon d'observer que les soupapes destinées à l'échappement sont sensiblement plus grandes que celles qui règlent l'introduction, afin de laisser de larges ouvertures à la sortie de la vapeur, et d'éviter, autant que possible, la contre-pression. Sous ce rapport, il est très-avantageux d'appliquer ainsi un mécanisme d'échappement séparé du mécanisme de distribution ; c'est ce que les soupapes équilibrées permettent d'appliquer avec succès.

Mécanisme des soupapes. — Chaque soupape H ou I est disposée pour être soulevée par un levier horizontal *g*, situé à l'intérieur des boîtes B et ayant son point fixe d'oscillation retenu après leur paroi, au moyen d'un goujon portant un écrou *h* extérieurement. Chaque levier *g* traverse en son milieu une chape appartenant à la soupape, et son extrémité s'engage dans une mortaise ménagée à l'extrémité inférieure d'une tige verticale *i*, qui communique avec l'extérieur en traversant une boîte à étoupe *j*. Seulement, la tige qui correspond à la soupape inférieure I, devant traverser le compartiment *a*, se trouve entourée, dans cet espace, par un fourreau

métallique *i* qui pénètre jusque dans la boîte à étoupe, afin d'éviter toute communication anormale de vapeur d'un compartiment dans l'autre. De plus, comme les soupapes H et I sont situées sur le même axe vertical, le levier *j* commandant la supérieure H est découpé pour laisser passer le fourreau.

En dehors des boîtes à étoupe, les tiges *i* sont assemblées avec des chapes J, surmontées chacune d'une tige cylindrique qui traverse la douille K d'un guide fixe K' ; cette douille renferme un ressort à boudin *l* qui agit contre le bout de la tige pour aider la descente de la soupape lorsqu'elle est abandonnée par le mécanisme qui l'a soulevée. L'extérieur de la douille K est filetée et reçoit un écrou à l'aide duquel on règle l'énergie du ressort à boudin *i*.

Les deux soupapes d'une même boîte B sont mises en mouvement par un petit balancier L dont les extrémités sont engagées dans les chapes J, sur lesquelles il agit alternativement en les soulevant, et avec elles les tiges *i*, qui entraînent les leviers *j* et par conséquent les soupapes.

Les deux balanciers L sont montés sur des axes horizontaux *m*, qui portent à leurs extrémités les deux leviers L', auxquels le mouvement des excentriques M fait décrire simultanément le même arc de cercle, exactement de la même façon que lorsqu'il s'agit de la commande d'un tiroir, à la seule différence qu'ici l'effet est double.

Par conséquent, les balanciers L et leurs leviers de commande L' forment comme deux T qui se meuvent toujours parallèlement, et donnent aux deux jeux de soupapes un mouvement semblable et simultané, mais évidemment inverse.

Changement de marche. — Le mouvement de la distribution, disposé pour faire marcher la machine dans les deux sens, est entièrement semblable au mécanisme imaginé par M. R. Stephenson pour les machines locomotives, mécanisme qui a conservé le nom de son inventeur : il est en effet généralement connu sous le nom de *coulisse-Stephenson*.

On sait que ce mécanisme consiste en deux excentriques M ayant leurs centres situés aux extrémités d'un même diamètre du cercle qu'ils décrivent, et dont les barres M' sont assemblées par articulation avec une pièce en fer N formant coulisse, dans laquelle est aussi assemblée une tige horizontale O, dirigée en ligne droite par des guides *o*. Cette coulisse est suspendue par une bielle *n* à un levier en équerre P, à contre-poids P', à l'aide duquel levier on change la coulisse de place, de façon à mettre à volonté l'un ou l'autre des deux excentriques M en rapport avec la tringle O. Dans chacune des positions que l'on fait occuper à la coulisse, le levier en équerre P est rendu immuable par un verrou à ressort *p* dont il est muni, et qui s'engage dans la denture d'un arc *q*.

La tringle O transmet le mouvement de va-et-vient, que lui donnent les excentriques, aux leviers L', qui décrivent nécessairement des arcs de cercle, répétés par les balanciers L qui en sont solidaires : de là le mou-

vement vertical alternatif des chapes J auxquelles sont rattachées les soupapes.

La liaison des leviers L′ avec la tringle O se fait par des pièces à coulisse *r* dépendant de la tringle, et dans lesquelles peuvent glisser les coussinets dont le bouton de chacun des leviers L′ se trouve garni. Ces coulisses sont ouvertes, suivant une longueur suffisante, pour correspondre à la flèche de l'arc décrit par les leviers.

Propriété particulière de la distribution. — Si l'on considère l'ouverture des chapes J, relativement à l'étendue de la course des balanciers L, on voit que ces derniers peuvent en effectuer la plus grande partie sans entraîner les chapes, et que les soupapes doivent, par conséquent, être soulevées dans un temps très-court et vers la fin de la course des balanciers. Mais si l'on vient à placer des cales à l'intérieur des chapes, de façon à diminuer leur ouverture, on modifie nécessairement, et le moment de la levée des soupapes, et sa durée. Combinant cet effet avec ceux que l'on obtient d'ordinaire en changeant la position de la coulisse des excentriques, on produit une détente variable dont la fonction est plus exacte qu'en employant les tiroirs qui n'opèrent que progressivement, au lieu que les soupapes s'ouvrent en plein et se referment de même presque immédiatement.

Dispositions générales. — Le montage de la machine est aussi simple que l'est ordinairement une machine horizontale. Le cylindre est boulonné par des pattes, venues de fonte avec lui sur un bâti Q qui forme deux flasques fondues d'une seule pièce, avec les glissières inférieures de la tringle du piston.

Les glissières supérieures R sont fondues avec les paliers *s* qui supportent l'axe *t* du levier P, par lequel on fait manœuvrer le changement de marche.

La bielle S transmet simultanément son mouvement à la manivelle principale T et à une autre plus faible U dont l'axe, porté uniquement par l'un des paliers Q′ du bâti, reçoit les deux excentriques M. On a profité de la même commande pour faire mouvoir la pompe alimentaire V, dont la bielle *u* est assemblée par un bouton à l'un des deux excentriques.

Nous n'avons rien à ajouter, quant au rendement et à la marche de cette machine, sinon qu'elle nous a paru établie dans de très-bonnes conditions. MM. J.-F. Revollier et Ce construisent souvent des machines de ce système, et parfois d'une grande puissance.

La force nominale de celle que nous venons de décrire est de 30 chevaux. Il est facile de se convaincre que, d'après le diamètre du cylindre qui est de 0^{m}400, on peut largement produire cette puissance, en marchant seulement à la pression de 4 1/2 à 5 atmosphères, avec une détente variable de 4 à 5, c'est-à-dire avec une admission de vapeur correspondant au 1/4 ou au 1/5 de la course totale du piston. On sait d'ailleurs que la disposition de la machine permet de varier, dans des limites assez étendues, la

vitesse du piston et, par suite, le nombre de révolutions de l'arbre moteur par minute. C'est en effet le système qui, sous ce rapport, se prête le mieux aux exigences des changements ou des augmentations de vitesse.

DIMENSIONS PRINCIPALES DE LA MACHINE.

Diamètre du piston à vapeur..................	0m400
Superficie —	0 1257
Course —	0 800
Volume engendré par coup simple...	100 déc. cub.
Vitesse moyennne de rotation par 1′...........	60 tours.
— linéaire du piston par 1″...............	1m600
Volume engendré par le piston dans le même temps..................................	201 déc. cub.
Pression de la vapeur dans la chaudière.........	5 at.
Section des orifices d'introduction de la vapeur dans le cylindre..........................	63 cent. q.
Section des orifices d'échappement.............	250 —
Rapport des deux sections....................	1 : 4
Longueur de la bielle motrice.................	2m000
Rapport de cette longueur au rayon de la manivelle..................................	5 : 1
Longueur totale de la machine du centre de l'arbre à celui du cylindre.........................	3m550
Hauteur de la plaque de fondation à l'axe de la machine.................................	0 40
Diamètre moyen du volant....................	3 850

NOTICES INDUSTRIELLES

PEIGNAGE DES MATIÈRES FILAMENTEUSES

Le comité des arts mécaniques de la Société d'encouragement, dans sa séance générale du 6 juin 1857, vient de décerner un prix de 12,000 fr., fondé par M. le marquis d'Argenteuil, en faveur de l'auteur de la découverte la plus importante pour l'industrie nationale.

Ce prix a été accordé à la peigneuse de Josué Heilmann, dont nous avons donné la description sommaire dans le 1er volume de notre journal le *Génie industriel*.

M. Alcan, dans son rapport, pour prouver que ce n'est qu'après un examen approfondi que le choix du conseil s'est fixé sur cette invention, entre dans des considérations très-étendues qui, suivant nous, doivent intéresser tous les industriels qui s'occupent du traitement des matières textiles ; c'est pourquoi nous extrayons de ce rapport la partie descriptive suivante :

Les substances textiles se présentent avec des caractères variés et dans divers états.

Tantôt ce sont des organes définis, indivisibles, formant un duvet épais composé de fibrilles éminemment flexibles comme celui du cotonnier. Tantôt ce sont des fibres longues, peu élastiques, divisibles à l'infini, comme la filasse du chanvre, du lin, etc. Dans les matières animales, les unes ont les brins rugueux, vrillés, de longueurs variables et tellement tassés et adhérents, qu'ils présentent une résistance considérable à la pénétrabilité; les laines, en général, sont dans ce cas. La bourre de soie et les duvets animaux possèdent, au contraire, une propriété de glissement très-remarquable.

Quelle que soit, d'ailleurs, la nature de la substance, elle se compose d'une masse de fibres noueuses d'inégales longueurs, se croisant dans toutes les directions. Trier ces filaments, les redresser, les épurer, en enlever les nœuds et boutons apparents ou microscopiques, réunir parallèlement entre eux ceux d'égale longueur, enfin les diviser et les affiner lorsque la matière le comporte, telle est la tâche réservée au peignage.

Le travail à la main est resté en possession exclusive de cette opération délicate jusque vers 1830. Ce n'est qu'à partir de cette époque que des applications sérieuses de peignage automatique ont eu lieu. Près de vingt années s'écoulèrent en essais plus ou moins heureux dont les résultats ne purent rivaliser avec ceux obtenus à la main.

Les auteurs des nombreux systèmes de peigneuses produits depuis un demi-siècle n'ont eu en vue que l'imitation du travail à la main, et la création de machines

spéciales à chaque espèce de filaments. La supériorité du peignage manuel et la diversité des caractères des matières premières expliquent l'opiniâtreté avec laquelle les plus habiles et les plus compétents ont suivi cette voie.

Avant Heilmann nul n'aurait supposé qu'un même système pouvait être indistinctement appliqué aux diverses fibres, et bien moins encore que l'opération automatique distancerait bientôt les résultats les plus perfectionnés, exceptionnellement fournis par l'ouvrier le plus habile.

C'est en abandonnant les errements du passé que le célèbre inventeur a si remarquablement réussi. Il a imaginé deux machines; l'une ébauche le travail par un démêlage, et l'autre reçoit le produit de la première sous forme de ruban : celle-ci le fractionne, en redresse et épure les fibres presque une à une, réunit celles d'égale longueur, les parallélise, et les soude par juxtaposition pour reformer un ruban peigné dans tous les sens. Remarquons incidemment que c'est en opérant sur les filaments en quelque sorte isolés, que l'auteur a pu se passer de l'intervention de certains éléments auxiliaires, indispensables à tous les autres procédés, et peigner la laine, par exemple, sans le secours de la chaleur.

Les propriétés de la machine sont telles, que les fibrilles les plus courtes, mêlées aux impuretés constituant les étoupes, les blousses, ou les déchets du coton réservés jusqu'ici à l'action de la carde, peuvent être peignées désormais.

Cette faculté toute nouvelle de travailler, avec un égal succès, des filaments d'une longueur quelconque, non-seulement des matières usuellement peignées, mais aussi celles qui n'avaient été transformées de la sorte avant l'invention Heilmann, a eu des conséquences inespérées pour l'industrie. Des rebuts sont devenus ainsi propres aux fils les plus estimés.

L'inventeur range, par le fait, toutes les substances textiles en un certain nombre de catégories basées sur les longueurs, et pour lesquelles il établit autant de types ou formats de démêloir et de peigneuse. Le volume des organes, le règlement et l'amplitude des mouvements sont nécessairement en rapport avec les dimensions des fibres à ouvrer.

La supériorité du système nouveau sur ceux qui l'ont précédé est si tranchée, que son emploi a été le point de départ d'une phase nouvelle de progrès dans les arts textiles en général.

Le génie de Heilmann paraît s'être résumé dans cette dernière œuvre de sa vie. Des démonstrations géométriques aussi neuves qu'ingénieuses en exposent le principe; plusieurs solutions élégantes et sûres, et des combinaisons de détails d'une précision mathématique, en assurent la réalisation.

Le succès inouï de la nouvelle méthode de peignage a provoqué les recherches, et fait surgir de nombreux essais; mais jusqu'ici, ou leurs résultats sont moins parfaits et moins généraux, ou les moyens participent de ceux de Heilmann.

Par le caractère de sa dernière invention comme par l'ensemble du progrès que l'industrie lui doit, Josué Heilmann est le digne continuateur des Vaucanson, des Jacquard et des de Girard.

Son œuvre, après avoir traversé les phases plus ou moins pénibles réservées surtout aux grandes découvertes, fait aujourd'hui le profit de toutes les nations industrielles du monde. Il fut plus heureux cependant que la plupart de ses devanciers. A peine la contrefaçon crut-elle pouvoir se produire au loin, que les tribunaux en furent saisis. La justice anglaise n'hésita pas entre le devoir et un faux amour-propre national; elle constata, d'une manière éclatante, les droits de l'inventeur français

à l'œuvre qu'on voulait lui ravir. Ce jugement, célèbre dans les annales industrielles, restera comme une preuve de l'impartialité des magistrats anglais, et de la constatation irrécusable de l'originalité de l'invention de notre compatriote.

L'exploitation de la nouvelle peigneuse remonte à quelques années seulement; cependant il serait difficile de se rendre compte de l'importance des résultats obtenus, si nous n'exposions un certain nombre de faits constatant les progrès dont les diverses spécialités de la filature lui sont redevables.

Application a l'industrie des laines. — Notre importante industrie des laines lisses eût été sérieusement menacée par l'élévation croissante des cours de la matière première, si le procédé nouveau ne lui fût venu en aide en augmentant d'une manière notable la quantité et la qualité du rendement, et en diminuant les frais de plus de 100 pour 100. De 2 fr. 50 c. que coûtait, en moyenne, précédemment, le peignage imparfait de 1 kilogr. de laine, il est descendu à 1 fr. pour un travail d'une rare perfection sans que les salaires en aient souffert. Nous devons signaler aussi la facilité nouvelle d'approvisionnement, grâce à l'extraction, dans toute espèce de laines, des brins propres aux peignes. Les laines rares et chères aujourd'hui eussent été inabordables, s'il eût fallu d'aussi considérables emmagasinages qu'autrefois.

L'usage des nouvelles machines s'est donc répandu avec une rapidité sans exemple dans tous les États de l'Europe. L'industrie française en possède plus de huit cents, transformant, en moyenne, 40,000 kilogr. par jour, représentant une valeur de près de 100 millions de francs par an. L'importance de cette application est peut-être plus grande encore dans le Royaume-Uni. Les États de l'Allemagne en font mouvoir trois cents environ, et la Russie plus de cinquante.

Application a l'industrie du coton. — Si favorable que soit cette invention à l'industrie des laines, elle le sera peut-être davantage encore à celle du coton. Restée à peu près stationnaire depuis quelques années, ses perfectionnements se bornaient à des détails, on la croyait en possession d'elle-même et à l'apogée du progrès, lorsque la machine Heilmann est venue lui donner une impulsion inattendue. Les plus beaux cotons de la Géorgie et d'Égypte ne pouvaient être triés, épluchés et battus qu'à la main; ces opérations insalubres réservées aux ouvrières étaient une protestation contre l'art mécanique, et un reproche bien plus grave contre l'humanité; ce sera pour Heilmann un éternel honneur d'avoir simultanément affranchi les femmes d'un travail pénible, et d'avoir substitué au cardage et à ses préparations incomplètes un peignage si parfait qu'il imprime au coton une pureté, une netteté, un brillant et, en un mot, un caractère nouveau. La limite de la finesse et de la solidité a été reculée d'une manière remarquable. On fabrique avec une matière première donnée, non-seulement des fils plus fins et plus résistants, mais les déchets qui tombent des machines, mélangés à toutes sortes d'impuretés et vendus jusqu'ici de 1 fr. 50 à 2 fr, subissent une telle métamorphose qu'ils remplacent des matières premières de 6 à 8 fr. le kilogr.

Des progrès de cette importance ont bientôt frappé les industriels de tous les pays. Ceux de la terre classique de la filature de coton, à qui nous accordions si libéralement l'initiative dans cette branche d'industrie, se sont empressés de faire leur profit du nouveau système de peignage. Nos voisins possèdent, en effet, plus de deux mille quatre cents peigneuses, et notre industrie du coton, cinq fois moins importante, plus de sept cent cinquante; les autres contrées manufacturières entrent dans cette voie avec la même activité.

Application a la filature du lin. — Les services rendus à la filature du lin

seront bientôt aussi importants. Les étoupes qui forment à peu près moitié de la matière tant en quantité qu'en valeur, traitées à la machine Heilmann, donnent des fils plus beaux que ceux du long brin et d'un prix aussi élevé.

Nous n'avons pu nous procurer les chiffres exacts sur le nombre de peigneuses en usage dans cette industrie; mais nous savons qu'elles fonctionnent dans beaucoup d'établissements, qu'un seul du Yorkshire en fait travailler cent cinquante au moins.

APPLICATION A LA BOURRE DE SOIE. — Enfin le travail de la bourre de soie, frison, galette, chappe, etc., particulièrement insalubre, imparfait, perdant des déchets d'un grand prix, a subi une transformation économique et hygiénique des plus heureuses; les ouvriers sont désormais à l'abri des dégagements nuisibles, et les déchets d'une valeur de 0 fr. 10 à 0 fr. 75 se vendent aujourd'hui de 2 à 9 fr. Plus de cinquante peigneuses fonctionnent en France, où le travail de la bourre est assez restreint. La Suisse, renommée dans cette spécialité et si positive dans ses appréciations industrielles, en emploie le double.

Cette régénération de matières, d'un rapport insignifiant, est, selon nous, bien plus encore que les résultats principaux de la machine, le *criterium* de l'étendue du progrès. Presque toujours, en effet, l'avancement d'une industrie est en raison inverse des débris qui en résultent; n'est-ce pas en donnant à ces débris sans emploi et souvent même nuisibles une valeur sérieuse, que la nature particulière des services rendus par l'inventeur devient évidente, et que sa faculté créatrice doit le placer au premier rang de l'humanité?

La découverte de Heilmann réalise donc plus qu'on ne lui demandait tout d'abord; elle donne une impulsion nouvelle aux arts mécaniques, provoque une foule de recherches, alimente d'importants ateliers de constructions, et substituera bientôt, pour tous les produits ras, une méthode parfaite de peignage au travail incomplet de la carde. Elle crée, régénère et transforme, en un mot, les spécialités qui lui doivent leur prospérité. Sous quelque aspect qu'on l'envisage, elle commande, à un égal degré, l'estime de la Société, l'admiration de la science et la reconnaissance de l'industrie.

FABRICATION DES BOUTONS EN PORCELAINE.

La fabrication des boutons en pâte feldspathique a été fondée en Angleterre par M. Prosser, de Birmingham. M. Minton, de Stokes, l'a exercée pendant plusieurs années sous la protection d'un brevet. M. Bapterosse, habile mécanicien français, inventa une presse mécanique qui lui permit de mouler d'un seul coup un grand nombre de boutons, tandis que la presse anglaise n'en donnait qu'un à la fois. De plus, il imagina un système très-ingénieux de cuisson continue à la houille, à l'aide duquel il obtint un abaissement considérable du prix de revient et une augmentation énorme de production. Par ces divers perfectionnements, M. Bapterosse est parvenu à produire ses boutons à un bon marché fabuleux, car la partie la plus coûteuse de sa fabrication consiste dans l'encartage, qui occupe, à lui seul, plus de 800 femmes et enfants. La fabrique de M. Bapterosse se trouvait, il y a quelques années, à Paris, rue de la Muette. L'extension considérable qu'il fut obligé de lui donner le força de se déplacer, et il vient de créer à Briare un immense établissement, d'où il sort annuellement des boutons pour une valeur de plus de 1,000,000 de francs. Les Anglais ne fabriquent plus aujourd'hui de ces boutons, et M. Minto

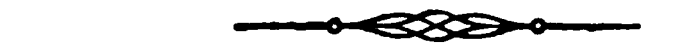
lui-même, qui est propriétaire du brevet, tire ses boutons, dont le débit est considérable, de la fabrique de Briare.

Au moyen de nouveaux procédés imaginés par M. Bapterosse pour la confection des boutons à queue et pour lesquels il s'est fait breveter en France et à l'étranger, on peut fabriquer d'un seul coup de balancier frappé sur une poudre argileuse, 4 ou 500 boutons. Ces boutons sont reçus et rangés symétriquement sur une feuille de papier, et il ne suffit plus, dans cet état, que la cuisson pour les raffermir.

Un fourneau très-ingénieux, formé de petits fours disposés les uns sur les autres, complète l'outillage de la fabrication. Dans ces petits fours sont des plaques de terre chauffées à blanc; on en prend une sur laquelle on place le papier recouvert de boutons. Le papier brûle, les boutons restent; on enfourne, puis on défourne dix minutes après, et les 500 boutons achevés sont livrés à des femmes et à des enfants qui les disposent sur les cartes telles qu'ils sont livrés au commerce.

La manufacture de Briare, de M. Bapterosse, produit annuellement, comme nous l'avons dit, pour 1,000,000 de francs environ de ces boutons de porcelaine, qui, au prix de 1 fr. à 1 fr. 50 cent. la masse en moyenne (12 fois 12 douzaines), représentent, on le voit, un chiffre énorme de petits boutons.

Nous espérons donner prochainement dans ce recueil de plus amples détails sur cette intéressante fabrication et sur les outils spéciaux inventés et perfectionnés par M. Bapterosse pour la confection des boutons à queue, qui font le sujet de ses nouveaux brevets.



FABRICATION DES ALLUMETTES PHOSPHORIQUES.

La fabrication des allumettes chimiques s'exécute en général dans des établissements très-considérables; néanmoins, dans plusieurs pays, il existe beaucoup de très-petites fabriques où le travail se fait à l'aide d'une seule famille. Ce travail se compose de plusieurs opérations bien distinctes et qui sont les suivantes :

1° Le *débitage* du bois en petites baguettes, qui sont ensuite découpées en tiges;
2° La mise en presse des tiges d'allumettes;
3° Le *soufrage* des tiges ou le *trempage* dans un corps gras, remplaçant le soufre;
4° La préparation de la pâte phosphorée;
5° Le *chimicage* ou trempage du bout soufré dans la pâte phosphorée;
6° Le *dessèchement* des allumettes;
7° Le *démontage* des presses;
8° La mise en paquets et en boîtes.

Débitage du bois — Trois moyens sont employés pour débiter le bois. Dans la plupart des petites fabriques, où une seule famille exécute tout le travail, et où l'on n'achète pas les tiges confectionnées, le bois est fendu par le moyen qu'employèrent, en 1845, le docteur Wagemann et Seybel, moyen qui consistait à couper préalablement en petits blocs de 6 à 7 cent. de hauteur; ces blocs étaient ensuite fendus en feuilles, au moyen d'un couteau ou d'un marteau. Les feuilles réunies en paquets de 12 centimètres d'épaisseur et convenablement maintenues, étaient fendues de la même manière en très-petites tiges. Ces tiges d'allumettes étaient très-inégales, souvent très-grosses et tortues; mais à cette époque, on ne faisait pas grande attention à la netteté de la forme des allumettes.

En Autriche, on se sert exclusivement du rabot muni d'un fer particulier, construit par l'ouvrier chargé de débiter le bois. Ce fer ressemble à une mèche ordinaire; seulement, à la place du tranchant, son extrémité inférieure se termine par une *partie recourbée*. On ménage dans cette partie trois, quatre ou cinq trous cylindriques qu'on perce d'outre en outre, à l'aide d'un foret à archer. Le fer le plus convenable paraît être celui à trois trous. Ces ouvertures deviennent, par le travail de la lime, les emporte-pièces qui doivent pénétrer le bois et le débiter en petites baguettes cylindriques. On fait varier la forme de ces trous avec l'espèce de tiges qu'on veut obtenir. Le débitage du bois se fait en dehors des usines, dans les forêts mêmes.

Dans les autres pays où les fabricants ne s'approvisionnent pas de petites baguettes préparées en Autriche, on se sert de machines spéciales pour fendre le bois. Ce débitage se fait dans des ateliers séparés de la fabrique d'allumettes. En France, le bois le plus employé est le *tremble*, qui est léger et facile à fendre. On y utilise également le *bouleau*, qui est plus lourd et donne de meilleurs produits mais d'un prix de revient supérieur à ceux du tremble. Avant de couper le bois, on le dessèche au four, on le scie ensuite en troncs de cylindres qui sont débités en tiges *carrées* ou *cylindriques*. Comme les fibres du bois de tremble et de bouleau ne sont pas droites, les tiges coupées, carrées ou rondes, n'ont guère des fils dépassant en longueur deux fois le diamètre de celles-ci, ce qui rend ces tiges très-sujettes à se casser lors du frottement qu'on exerce pour allumer la pâte phosphorée. On évite cet inconvénient en prenant l'allumette le plus près possible du bout; mais, dans ce cas, on risque de se brûler les doigts. Certaines allumettes carrées, en bois léger, qui se trouvent dans la consommation parisienne, présentent ce défaut de solidité à un degré très-prononcé. Le fragment d'allumette qui se détache tombe souvent à terre, quand il a déjà pris feu, ou bien s'il n'est pas allumé, il s'enflamme par le frottement involontaire du pied; dans l'un ou l'autre cas, les risques d'incendie sont évidents. On ne peut se le dissimuler, il y a là un danger réel, et auquel il importe que l'autorité publique, si vigilante à Paris, porte remède.

Grand nombre d'usines d'Angleterre, de Belgique, de Danemark, de Prusse, de Saxe, de Suède, font venir de l'Autriche et de la Forêt Noire du Wurtemberg les petites baguettes faites au rabot. On les découpe ensuite en tiges d'allumettes.

Mise en presse. — Pour que le bout de chaque tige d'allumette puisse recevoir d'abord le soufre, puis la pâte phosphorée, il est indispensable de les tenir isolées les unes des autres : on arrive à ce résultat par la mise en presse.

A cet effet, une ouvrière, car c'est presque toujours une femme qui exécute ce travail, prend dans sa main un certain nombre d'allumettes, et elle les étend rapidement sur une planchette à crans, disposée de telle sorte que chaque cran, creusé un peu en biais, retient une allumette; elle prend aussitôt de son autre main une autre planchette semblable, et elle en recouvre la première, puis elle étend de nouveau ses allumettes; chaque planchette présente à son revers deux bandelettes de flanelle collées dans le sens de sa longueur, et destinées à maintenir les allumettes qu'elle recouvre; ces planchettes ainsi garnies, se superposent et se fixent les unes sur les autres, en remplissant l'espace laissé entre deux baguettes rondes et verticales, taraudées à leurs sommets, qui reçoivent les planchettes par les deux trous qu'on a ménagés à leurs extrémités. Lorsque ce châssis est rempli par vingt ou vingt-cinq planchettes superposées, on les fixe toutes au moyen d'une dernière planchette pleine, qui est assujettie par des vis. C'est là le procédé autrichien, qui est exécuté de la

même manière dans presque toutes les usines. Néanmoins, en France, quelques industriels opèrent la mise en presse à l'aide d'une machine.

Trempage au soufre. — Les tiges étant mises en presse, on procède à l'opération du soufrage; cette opération s'exécute en plongeant l'extrémité des tiges jusqu'à un centimètre environ dans du soufre maintenu en fusion sur une plaque de fonte à rebords recourbés. On opère sur 700 à 800 tiges à la fois.

Lorsqu'on remplace le soufre par un corps gras ou par une matière résineuse, avant de tremper le bout de la tige dans le corps gras *fortement chauffé*, on le roussit préalablement, ou même on le charbonne légèrement en l'appuyant un moment sur une plaque de fonte faiblement rougie. La légère carbonisation qui s'opère au bout de l'allumette rend celle-ci plus combustible lors de la déflagration et de l'inflammation de la pâte dont on l'entoure.

Chimicage. — Le bout des tiges étant soufré, on procède au chimicage qui consiste uniquement à le tremper dans la pâte inflammable qui se trouve étalée à l'aide d'une règle sur une table de pierre, comme en Autriche, ou de fonte de fer, ou bien dans un auge à fond plat en cuivre, de forme carrée, et placée sur une table de pierre.

Le chimicage se fait à chaud ou à froid. On l'exécute à chaud lorsqu'on emploie la colle forte, et à froid quand on se sert de gomme ou de dextrine.

COMPOSITION DE LA PATE EMPLOYÉE PAR LES FABRICANTS DE PARIS.

1° ALLUMETTES AVEC BOUT SOUFRÉ.			2° ALLUMETTES SANS SOUFRE AU BOUT.	
Pâte à la colle forte.		Pâte à la gomme.		
Phosphore.....	2.5	2.5	Phosphore..........	3.0
Colle forte.....	2.0	2.5	Gomme..........	0·3
Eau...........	4.5	3.0	Eau..........	3.0
Sable fin......	2.0	2.0	Sable..........	2.0
Ocre rouge....	0.5	0.5	Bioxyde de plomb..........	2.0
Vermillon......	0.1	0.1		

Au lieu de bioxyde de plomb minium, 2; acide azotique 0.5.

Dessèchement des allumettes. — La dessiccation du mastic adhérent au bout des allumettes se fait dans un séchoir à air chaud. Dans les fabriques bien montées, les séchoirs sont chauffés à l'aide de la vapeur d'eau qui circule dans les tuyaux ou bien par circulation d'eau chaude.

L'emploi de tuyaux de poêle, chauffant toujours très-inégalement les ateliers, devrait être interdit; le courant d'air très-chaud, qui se produit ainsi dans certains endroits, a souvent occasionné des incendies. Le desséchement est complet au bout de vingt-quatre heures. Les presses, avec les allumettes desséchées, sont alors retirées du séchoir; elles sont dégarnies et les allumettes réunies en botte ou bien placées dans des boîtes.

Dangers auxquels expose la fabrication. — La fabrication des allumettes chimiques telle que nous venons de la décrire, offre, comme on le sait, de graves

inconvénients, d'une part, sous le rapport des dangers d'explosion dans les fabriques, et d'autre part, par les empoisonnements ou maladies dangereuses auxquels sont exposés les ouvriers par l'effet de la dissolution du phosphore.

M. J. Preshel, de Vienne, au moyen d'une disposition particulière et d'un système de ventilation qu'il a établi dans ses ateliers, a diminué d'une façon très-sensible les maladies occasionnées par la vapeur du phosphore, mais ces moyens n'ont pu que faire disparaître la gravité du mal, qui de fait n'en existe pas moins. Aussi, pour y remédier d'une façon plus radicale, on a proposé l'emploi du *phosphore rouge*, découvert en 1847 par le docteur Schrotter, secrétaire perpétuel de l'Académie de Vienne. Ce corps, qu'on désigne encore sous le nom de *phosphore amorphe*, se distingue du phosphore ordinaire par un ensemble de propriétés. Ainsi, il ne produit ni émanations nauséabondes, ni lueur dans un lieu obscur, il ne s'enflamme jamais spontanément dans les conditions que l'on peut rencontrer dans un lieu habité ou habitable. Pour brûler, il lui faut au moins 200 degrés de chaleur, enfin il est complétement dépourvu de propriétés vénéneuses. Jusqu'ici on ne connait que le chlorate de potasse avec lequel il brûle par frottement. Malheureusement, le mélange de ces deux corps, soumis au frottement contre un corps dur et rugueux, produit une déflagration bruyante et des projections de la pâte en pleine ignition qui peuvent entraîner avec eux toutes sortes de dangers.

De là il ne résulte pas que le phosphore amorphe ne puisse pas remplacer le phosphore ordinaire. Il a été présenté au Jury de l'Exposition universelle de 1855 *des allumettes spéciales ne s'enflammant par la friction que pour autant qu'on les frotte sur une surface particulière.* On sait que les allumettes ordinaires s'enflamment par la friction contre une surface dure quelconque. La pâte dont les nouvelles allumettes sont garnies renferme du chlorate de potasse, mêlé de matières combustibles et d'un corps pulvérulent; la surface sur laquelle la friction se fait est recouverte d'un vernis contenant du phosphore amorphe disséminé dans une matière fort dure. Ainsi, la pâte de l'allumette ne contient aucune trace de phosphore; ce corps en est séparé et déposé sur une surface préparée *ad hoc*, distincte de l'allumette, et qui lui en *cède une trace sous l'influence de la friction.*

Toutes les objections faites contre l'emploi des allumettes phosphoriques ordinaires tombent devant ce système. *La pâte dont le bout est garni peut être chauffée a une température presque égale à celle nécessaire pour la destruction des bois, sans prendre feu, et, lorsqu'elle déflagre, elle ne produit pas de projection de parties enflammees.* La surface, enduite de phosphore rouge, supporte également sans s'enflammer une température supérieure à celle nécessaire pour détruire les matières combustibles. Ni la pâte, ni la surface ne prennent feu sous l'influence du frottement. Ainsi, la pâte adhérente au bout de la tige, la surface sur laquelle il faut opérer la friction, présentent une égale sécurité. Le nom d'*allumettes de sûreté* ou de *briquet de sûreté*, qu'on leur a donné, est parfaitement applicable.

On voit donc qu'au point de vue théorique, absolu, le problème est résolu. La substitution du phosphore rouge, inaltérable dans les conditions ordinaires et non vénéneux, au phosphore ordinaire, spontanément inflammable et vénéneux, est un fait désormais possible, et on peut affirmer que, dans un avenir peu éloigné de nous, ce corps remplacera le phosphore ordinaire dans la fabrication des allumettes chimiques.

MACHINES-OUTILS

MACHINE A PERCER DOUBLE

A VITESSE VARIABLE

Par MM. DUCOMMUN et DUBIED

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS À MULHOUSE (HAUT-RHIN)

(PLANCHE 3)

Nous avons décrit dans la 3e livraison et représenté sur la pl. 10 du 10e volume de ce Recueil, une machine à mortaiser de MM. Ducommun et Dubied. Cette machine faisait partie de la belle collection exposée en 1855 par cette maison, l'une des plus avantageusement connues en France, comme on sait, pour la construction spéciale des outils de toutes sortes. On a dû remarquer aussi, conjointement avec cette machine à mortaiser, un tour à banc rompu, un tour spécial à graver les rouleaux d'impression, une machine à tracer les hachures sur les molettes en acier, une machine double à percer et à aléser verticalement. C'est une machine semblable que nous avons représentée sur la pl. 3; elle peut être simple ou double, c'est-à-dire que le bâti vertical en fonte qui la supporte peut n'être muni que d'un seul arbre porte-foret à mouvement mécanique descensionnel, et d'une seule table porte-plateau. Nous avons choisi de préférence cette machine double dont on va lire la description, parce qu'elle montre à la fois deux modèles que l'on peut se procurer séparément chez les constructeurs, soit montés sur un bâti spécial en fonte, soit appliqués contre une colonne en fonte de l'usine ou de l'atelier dans lesquels on les place, comme nous l'avons vu dans le grand établissement d'Oullins, soit plus simplement encore contre un poteau en bois.

Il sort aussi des ateliers des mêmes constructeurs, en outre des machines à percer de différentes forces construites sur le système que nous allons décrire, des séries de petites machines très-simples marchant par moteurs, à bras ou au moyen d'une pédale, et aussi des machines à percer radicales

de dimensions diverses; ces dernières sont montées, soit sur un bâti vertical en fonte se fixant sur le sol, soit contre un mur. Le bras radical peut tourner sur une angle de 190 degrés et peut s'élever ou s'abaisser au moyen d'une coulisse verticale. L'arbre porte-foret est à mouvement mécanique descensionnel et peut s'éloigner ou se rapprocher facultativement du bras radial.

Nous ne nous bornerons pas à l'examen spécial des machines à percer, nous profiterons de l'offre de MM. Ducommun et Dubied pour publier prochainement d'autres machines construites dans leurs ateliers.

DESCRIPTION DE LA MACHINE DOUBLE A PERCER ET A ALÉSER VERTICALEMENT.

La fig. 1 donne une élévation latérale de la machine;

La fig. 2 est une vue de face;

La fig. 3 représente une coupe verticale faite par le milieu de la fig. 1;

La fig. 4 est une coupe horizontale faite au-dessus des plateaux;

La fig. 5 indique le plan de la machine;

La fig. 6 est le détail, à une échelle plus grande, de la partie supérieure du porte-outils, indiquant la manière dont il est fixé au bâti;

Les fig. 7 et 8 représentent, à une échelle également plus grande, le système qui sert à descendre ou remonter le porte-outils, ou à arrêter son mouvement pendant la marche de la machine.

La machine est double et peut travailler des deux côtés à la fois; la seule différence qui existe entre ses deux parties consiste uniquement dans la dimension des pièces constitutives.

Nous nous occuperons donc uniquement, dans cette description, de la partie de la machine qui permet le travail des plus fortes pièces; les détails que nous en donnerons s'appliquent naturellemsnt à l'autre partie.

Tous les organes mobiles de la machine sont fixés à un bâti en fonte A, boulonné sur une plaque de fondation B, fixée elle-même à un massif de fondation.

Le mouvement est communiqué par le moteur au moyen d'une courroie, à un cône C, composé de quatre poulies de diamètre différent, fou sur l'arbre *a*, en fonte et tourné extérieurement; on peut donc obtenir ainsi pour la machine des vitesses différentes, suivant que la courroie est sur l'un ou l'autre des diamètres des poulies C.

La machine a été disposée de manière à pouvoir soit percer, soit aléser. Nous allons indiquer la disposition qui permet de produire l'une ou l'autre de ces opérations.

Pour l'alésage, le mouvement doit être considérablement ralenti; à cet effet, l'extrémité du cône C correspondant au plus petit diamètre est clavetée sur la douille d'un pignon *b*, claveté sur l'arbre *a*, et l'entraîne dans son mouvement; ce pignon *b* engrène avec une roue dentée *c*, d'un plus grand

diamètre, et calée sur un arbre *d* mobile dans des collets *d'*; cet arbre porte un pignon *e* qui transmet le mouvement à une roue dentée *f*, calée sur l'arbre *a*; cet arbre reçoit donc ainsi un mouvement de rotation ralenti, qu'il transmet, au moyen des engrenages d'angle *g*, *h*, au porte-outils D.

Dans le cas contraire, c'est-à-dire quand on veut disposer la machine pour percer, on fait glisser l'arbre *d* tout entier dans les boîtes *d'*, et le pignon *e* échappe alors la roue *f*; puis, au moyen d'un bouton à ailes analogue à ceux employés au même usage dans les tours à engrenages, on embrasse le cône C avec la roue dentée *f*, et le mouvement est alors transmis directement à l'arbre *a*, avec la vitesse correspondante au diamètre du cône sur lequel est posée la courroie de commande.

Le porte-outils reçoit son mouvement descensionnel de l'arbre *a* au moyen d'un cône à six diamètres E, calé sur l'extrémité de cet arbre, et commandant, au moyen d'une courroie, un second cône semblable F, mais tourné en sens inverse. Ce dernier est fou sur la tringle *i* d'une vis sans fin *j*, en rapport avec une roue dentée *k*, folle sur l'arbre *l*, tournant dans des supports *m*, *m'*, venus de fonte au bâti A.

L'arbre *l* porte à sa partie supérieure un pignon denté *n*, engrenant avec une roue *o*, ajustée avec l'écrou *p* de la vis *r*.

Le canon *v* de la roue *o* n'est pas fileté : il est alésé au diamètre extérieur de la vis, et porte une clavette fixe qui s'engage dans une rainure ménagée dans toute la longueur de la vis *r*, qui se trouve ainsi entraînée dans le mouvement de la roue *o*. La vis tourne dans l'écrou fixe *p* et peut ainsi monter ou descendre, suivant le sens du mouvement de la roue *o*, et sa vitesse est déterminée par la position de la courroie S (fig. 1), sur les cônes E et F. Une bague *z*, en fer trempé, est fixée au moyen de boulons au canon *p*, et s'engage en partie sous une autre bague *z'* fixée à l'écrou *p*. Cette disposition a pour effet d'empêcher que la roue *o* et son canon *v* ne soient soulevés par le mouvement de la vis et n'échappent le pignon *n*.

Un mécanisme d'encliquetage très-simple représenté fig. 7 et 8 permet d'arrêter la descente de l'outil pendant la marche de la machine, et sert également à faire descendre ou remonter le foret à la main : La roue à dents inclinées *k*, fondue avec la roue à rochet *a'*, est folle sur la tringle verticale *l*.

Quand on perce, le cliquet *b'* est engagé dans les dents de la roue *a'*; celle-ci entraîne la manivelle *c*, fixée à la tringle *l* ; le foret descend alors seul. Quand on veut faire descendre ou remonter le foret à la main, on éloigne le cliquet *b'* des dents de la roue *a'* en faisant tourner d'un quart de tour le levier *d'*.

Dans le but d'éviter une rupture dans le cas ou le foret serait trop engagé, on a disposé un plateau à frottement *e'* claveté sur l'arbre *i* et maintenu contre le cône F fou sur cet arbre, par un levier à contre-poids *f'*, dont on peut régler le frottement en faisant varier la distance du contrepoids *g'* au centre d'oscillation. Si le foret s'engage, il y a glissement entre

les parties frottantes, et son mouvement descensionnel est suspendu; on évite ainsi, théoriquement du moins, la rupture du foret.

Les constructeurs ont supprimé ce mécanisme dans les machines qui sortent maintenant de leurs ateliers. Pour fonctionner convenablement, les surfaces frottantes doivent toujours être maintenues dans un très-bon état d'entretien, et c'est là une chose assez difficile à obtenir, surtout pour un outil dont la marche doit être aussi sûre que régulière.

Le levier *f'*, le contre-poids *g'* et le plateau *e'* ont donc complétement disparu des nouvelles machines que contruisent ces messieurs, et dans lesquelles le cône F est simplement claveté sur l'arbre *i*.

L'arbre porte-outils est contenu dans un tube en fonte *s* avec lequel il tourne et dans lequel il ne fait que descendre. Il résulte de cette disposition que l'arbre ne s'use jamais, ce qui n'a pas lieu quand on le fait tourner directement dans les coussinets; dans ce dernier cas, il s'use dans les parties où il travaille le plus. On est alors obligé de laisser du jeu dans les coussinets, et la précision dans le perçage peut s'en ressentir.

Les extrémités du tube *s* sont coniques et tournent dans les boîtes *t* en fer trempé, (fig. 3 et 6.) Le jeu qui peut se produire dans le travail, se corrige par le rivage des vis de réglage de la boite inférieure.

Avec cette machine, du moment qu'il n'existe de jeu nulle part, le perçage est mathématique, et les trous sont aussi exacts que s'ils étaient percés sur le tour.

Il est bon de remarquer qu'à mesure que l'on resserre les boîtes, l'axe du tube reprend sa position primitive; de cette manière, la machine ne se décentre jamais, ce qui n'a pas lieu lorsque l'arbre, ou même le tube, tournent dans des coussinets; dans ce dernier cas, l'arbre se décentre de tout l'usé du coussinet fixe, et c'est là un inconvénient assez grave, surtout lorsque la machine est disposée pour l'alesage, car, l'axe de l'arbre supérieur ne se trouvant plus vis-à-vis de la boîte inférieure dans laquelle est guidée la barre d'alesage, il faut laisser du jeu quelque part si l'on veut éviter qu'il n'y ait contrariété, et il est impossible alors de compter sur l'exactitude du travail.

Comme l'arbre porte-outils D doit tourner sans entraîner la vis *r* et que pourtant celle-ci doit être reliée au premier pour faire descendre l'outil au fur et à mesure de l'alesade ou du perçage, comme nous l'avons vu plus haut, l'extrémité de la vis *r* est munie d'une pointe en acier *r'* (fig. 6) à tête convexe qui appuie sur un grain d'acier de même forme *s'*. Ce grain d'acier est logé dans une cavité ménagée à l'extrémité supérieure de l'arbre porte-outils D. Un chapeau, fixé au moyen de vis, relie la pointe avec le grain d'acier, de sorte que la vis peut rester fixe ou tourner avec une vitesse considérablement moins grande que le porte-outil et pourtant le commander pour le faire descendre pendant le travail, et le remonter après chaque opération terminée en agissant sur la manivelle D' du mécanisme d'encliquetage représenté en détail, fig. 7 et 8.

La pièce qui doit être travaillée est disposée sur un ensemble composé de trois plateaux.

Le plateau inférieur G peut se mouvoir, dans le sens vertical seulement, dans deux glissières *h'*, *h'* fixées au bâti A. Son mouvement est obtenu au moyen de la manivelle I' qui, au moyen du pignon d'angle *j'* et de la roue d'angle *l'*, actionne une vis verticale *m'* qui tourne dans un écrou fixe *n'* ajusté dans l'épaisseur de la plaque de fondation B de la machine.

La vis *m'*, comme l'indique le detail fig. 9, est filetée d'une façon toute particulière; elle est mixte, c'est-à-dire à la fois à filets carrés et triangulaires. Cette combinaison a pour but de donner à la vis et à l'écrou plus de solidité; à la vis, en donnant à chacun des filets plus d'épaisseur en dessus, et à l'écrou en lui permettant de présenter une plus grande surface pour resister au poids des plateaux et à l'effort de l'outil en travail.

Le plateau ou tablier G porte un second plateau H qui ne peut se mouvoir que dans un seul sens horizontal, étant maintenu et enclavé dans le premier G.

Ce mouvement lui est donné au moyen de la manivelle *o'*. Enfin un troisième plateau I, sur lequel on fixe la pièce à travailler P', reçoit un mouvement horizontal dans le sens opposé à celui que peut prendre le plateau H; une manivelle R', qui peut être fixée en *s'* ou en *t'*, sert à produire cet effet.

Il est facile de voir qu'à l'aide de ces trois mouvements, la pièce à travailler peut être facilement centrée dans l'axe de l'outil; pour la maintenir en place pendant le travail de l'alésage ou du perçage et éviter la fatigue de l'écrou et de la vis du plateau porte-pièces I, un vis à tête d'étau I^2, est disposée sous le tablier G. Ce tablier G est muni en outre d'un guide *v'* qui sert à maintenir la verticalité de la barre d'alésage L.

Ainsi que nous l'avons dit, cette machine est double; la seconde partie ne diffère de la première que par les dimensions; aussi, avons-nous indiqué les mêmes pièces par les même lettres, afin que l'on puisse suivre indifféremment la nomenclature du mécanisme sur la partie de droite ou sur celle de gauche (fig. 3); cette dernière est destinée au travail de pièces plus petites; nous n'avons donc pas à entrer dans sa description, tout ce que nous avons dit de la première s'appliquant également à la seconde.

Le prix de cette machine prise dans les ateliers des constructeurs est de 4,300 francs; son poids est de 2,800 kilogrammes.

Pour compléter les renseignements que nous venons de donner sur les machines à percer, MM. Ducommun et Dubied, avec leur obligeance accoutumée, nous ont fourni les moyens de dresser les tableaux qui suivent, en nous donnant les poids et les prix des différents modèles de chacun des systèmes qui sortent de leurs ateliers.

MACHINES A PERCER ET A ALÉSER VERTICALEMENT

Les 5 modèles, indiqués sur le tableau, sont construits sur le système de la machine représentée pl. 6.

MODÈLES.	Distance du foret au bâti.	Course de l'arbre porte-foret.	Distance maxima entre le bas de l'arbre porte-foret et le dessus du plateau.	Course verticale de la table.	Prix.	Poids.
	mèt.	mèt.	mèt.	mèt.	fr.	kil.
Simple à engrenage double.	0.850	0.500	1.300	1.100	5200	3500
Id. *Id.* *Id...*	0.600	0.380	1.040	0.900	3500	2650
Id. *Id.* simple.	0.380	0.315	0.750	0.600	1800	1037
Id. *Id.* *Id...*	0.300	0.250	0.550	0.450	1150	800
Double à engrenage simple et double............	0.600 et 0.380	0.380 et 0.315	»	»	4300	2800

PETITES MACHINES A PERCER

Ces machines sont composées d'un bâti vertical fondu avec une semelle sur laquelle on fixe, au moyen d'un étau à mâchoires, la pièce à percer; elles sont destinées au perçage des petites pièces. L'arbre porte-foret descend à la main.

MODÈLES.	Distance du foret au bâti.	Course de l'arbre porte-foret.	Prix.	Poids.
	mèt.	mèt.	fr.	kil.
Commande par moteur..............................	0.380	0.160	360.	170
Id. à la main à double vitesse....................	0.380	0.160	380	180
Id. à la main à simple vitesse....................	0.320	0.135	260	122
Id. au moteur..................................	0.320	0.135	280	128
Id. à la main à simple vitesse....................	0.200	0.100	190	80
MACHINES A PÉDALE.				
Machine s'appliquant contre une colonne en fonte tournée de 0m200 de diamètre, et pouvant percer des trous de 40 millimètres de diamètre..........................			950	445
Machine s'appliquant contre un poteau carré en bois et pouvant percer des trous de 40 millimètres de diamètre..			550	235

MACHINES A PERCER RADIALES

Le bras radial peut s'élever et s'abaisser au moyen d'une coulisse verticale. L'arbre porte-foret est à mouvement mécanique descensionnel et peut s'éloigner ou se rapprocher du bras radial.

MODÈLES.	Distances extrêmes de l'arbre porte-foret au centre.	Course de l'arbre porte-foret.	Variation verticale du bras radial.	Distance maxima entre le bas de l'arbre porte-foret et le sol.	Prix.	Poids.
	mèt.	mèt.	mèt.	mèt.	fr.	kil.
Avec bâti vertical se fixant sur le sol et un bras radial pouvant tourner d'un angle de 180 degrés....	0.760 et 2.040	0.320	1.000	2.350	5000	3900
Id. *Id*........	0.600 et 1.680	0.260	0.660	1.660	4000	2650
Id. et se montant contre un mur...	0.850 et 1.550	0.200	0.600	»	4300	2300

MACHINE LOCOMOTIVE

A MARCHANDISES

A SIX ROUES ACCOUPLÉES

CONSTRUITE

Par M. POLONCEAU, ingénieur en chef

RÉGISSEUR DES ATELIERS ET DE LA TRACTION DU CHEMIN DE FER DE PARIS A ORLÉANS

(PLANCHES 4 ET 5)



Tout le monde a pu remarquer à l'exposition universelle de Paris, en 1855, la belle machine locomotive qui avait été envoyée au Palais de l'industrie par l'habile constructeur M. Polonceau, et tout en en étudiant les dispositons particulières, on admirait la parfaite exécution, qui ne laissait rien à désirer, même dans les plus petits détails.

Profitant de la longue expérience qu'il a acquise dans la construction des machines locomotives, où il a apporté, comme nous avons eu occasion de le faire voir précédemment (8e volume), des améliorations fort importantes, il s'est constamment appliqué à rechercher les dispositions qui peuvent réduire les frais d'entretien et de combustible, et en même temps assurer la régularité du service.

On peut dire que la machine à marchandises exposée par M. Polonceau, et dont il a bien voulu, avec son obligeance accoutumée, nous communiquer les tracés d'exécution, résume toutes ces améliorations.

Cette machine est à longerons extérieurs, avec les cylindres à vapeur placés intérieurement, mais les tiroirs et les mouvements de distribution sont en dehors du bâti, ainsi que les pompes alimentaires.

Les avantages d'une telle disposition sont : la facilité de visite et d'entretien de toutes les pièces du mécanisme et des boîtes à graisse, l'augmentation des surfaces de contact, l'abaissement du centre de gravité, et l'allongement de la cheminée. Toujours le premier à faire des essais, à encourager les innovations, M. Polonceau a adopté dans ses constructions l'acier fondu pour remplacer le fer forgé, afin de présenter plus de solidité

et plus de sécurité dans la marche des machines. C'est ainsi que les arbres coudés, les tiges de piston, les glissières, etc. sont aujourd'hui en acier. On ne sera pas étonné de voir bientôt les chaudières elles-mêmes exécutées entièrement avec des feuilles d'acier fondu, comme le font déjà MM. Petin et Gaudet.

M. Polonceau avait aussi à l'exposition une machine locomotive pour *trains express*, dont les roues motrices n'ont pas moins de deux mètres de diamètre. Différente du système de Crampton, cette machine a ses roues motrices placées au milieu, lesquelles ont un bâti intérieur, tandis que les roues extrêmes, celles d'arrière, disposées en dehors du foyer, ont, au contraire, les fusées extérieures, ce qui forme pour les appuis extrêmes le plus grand parallélogramme possible. On assure ainsi à la machine une grande stabilité, tout en laissant son mouvement très-libre, et permettant de donner au foyer une grande largeur.

Le mouvement de distribution est intérieur, la coulisse est tournée vers le cylindre et n'a plus qu'un mouvement d'oscillation auquel M. Polonceau a ajouté, en fixant son axe sur des coulisses mobiles dans des glissières, un petit mouvement horizontal qui détruit l'effet des perturbations dues à l'action simultanée des deux excentriques.

Comme la précédente, cette machine a été très-bien étudiée dans tous ses détails, et est très-économique sous le rapport de la consommation du combustible. Nous en donnons les principales dimensions dans le tableau qui termine cet article et qui résume toutes celles des locomotives envoyées à l'exposition universelle.

Il nous a paru intéressant de publier sur ces machines quelques documents tirés du rapport même du Jury mixte international, pour montrer les types des divers systèmes qui sont actuellement en usage sur les chemins de fer français et étrangers.

NOTICES SUR LES MACHINES LOCOMOTIVES

ENVOYÉES A L'EXPOSITION UNIVERSELLE

LOCOMOTIVE ENGERTH. — On sait que M. Guillaume Engerth, de Vienne, conseiller à la direction générale des chemins de fer de l'État, en Autriche, a imaginé un système de machine destinée à gravir de fortes rampes et qui a été appliquée avec succès au *Sœmmering* sur le chemin de fer de Vienne à Trieste.

Ce système, pour lequel l'auteur a pris un Brevet d'invention en France, le 27 janvier 1854, se compose de deux éléments distincts :

1° L'emploi d'un châssis brisé qui permet de rapprocher les roues motrices vers l'avant de la machine, pour faciliter leur passage dans les courbes de petit rayon et dans les changements de voies, et de supporter

sur un châssis indépendant le foyer, auquel on peut dès lors donner les dimensions nécessaires pour une grande chaudière;

2° l'emploi d'un système d'engrenages qui réunit le train des roues du châssis mobile avec celui des roues motrices et permet de faire concourir le poids total de l'appareil à l'adhérence, sans qu'il perde la propriété de circuler avec facilité dans des courbes de petit rayon.

Par l'introduction, dans le système des supports de la machine, d'un double châssis, dont les deux parties sont réunies par une articulation placée sous la chaudière, en avant du foyer, M. Engerth n'a pas seulement résolu, d'une manière très-heureuse, la question de l'emploi des machines d'une grande puissance dans les courbes de très-petit rayon; mais encore de l'avis de beaucoup de personnes, il a levé une difficulté sérieuse qui s'opposait à l'accroissement de la puissance des machines à marchandises sur les chemins de fer à grand trafic, ou à l'adoption de proportions satisfaisantes entre les divers éléments qui concourent à produire la puissance motrice.

En présence de deux systèmes, dans l'un desquels on sacrifiait la répartition du poids sur les trois essieux accouplés et on augmentait outre mesure leur écartement extrême, en rejetant l'un d'eux à l'arrière du foyer, et dans l'autre on reculait devant la nécessité d'augmenter la dimension du foyer dans une juste proportion avec les tubes, on renonçait à répartir convenablement la charge. En plaçant les trois essieux moteurs entre la boîte à feu et la boîte à fumée, le système de M. Engerth, qui levait ces difficultés, ne devait pas manquer d'être accueilli avec faveur par les constructeurs et par les ingénieurs chargés de l'exploitation. C'est surtout ainsi que s'explique son adoption sur plusieurs des grandes lignes de chemins de fer en France.

L'emploi de l'engrenage, que M. Engerth n'a introduit qu'avec réserve, mais que la pratique sanctionne de plus en plus chaque jour, a permis d'obtenir d'un moteur unique une puissance exceptionnelle, ce qui a résolu d'une manière entièrement satisfaisante la question de Sœmmering, c'est-à-dire la question de l'application des machines locomotives à un service régulier et très-actif, sur un chemin de fer offrant une pente continue de 25 millimètres par mètre, et formant un lacet très-sinueux, dont le rayon de courbure descend fréquemment à 180 mètres.

Dans de telles conditions, les machines du Sœmmering remorquent en toute saison, à des vitesses de quinze à vingt kilomètres à l'heure, une charge brute de 2,000 tonnes, ce qui répond à toutes les nécessités du service des voyageurs, et permet de répondre aux besoins d'un service de marchandises très-actif, dont les trains seraient chargés comme le sont encore ceux du chemin de fer de Paris à Rouen.

L'emploi de l'engrenage n'a pas présenté les inconvénients qu'on redoutait; l'usure est inévitable, mais la sujétion ou la dépense, qu'elle peut occasionner, est hors de proportion avec les avantages qu'en retire le service de l'exploitation de moteurs très-puissants. Cet avantage est tel qu'une

grande compagnie française n'a pas hésité à recourir à cet artifice de construction pour satisfaire aux nécessités d'un trafic considérable, dont les proportions vont chaque jour en s'accroissant. Ce qu'il y a de certain, c'est que l'engrenage des machines du Sœmmering fonctionne pratiquement et d'une manière assez satisfaisante pour qu'on arrive à essayer dans sa construction la substitution de la fonte moulée en coquille à l'acier fondu.

Les considérations qui précèdent ne sont pas l'expression unanime des membres du Jury, mais il reste établi que M. Engerth, en introduisant dans la construction des machines locomotives deux idées simples, dont la simplicité même fait en grande partie le mérite, a rendu un service hors ligne à l'industrie des chemins de fer, qui commence à lutter contre les obstacles naturels, devant lesquels elle avait reculé jusqu'à présent ou qu'elle avait tournés.

La première machine Engerth a paru sur le Sœmmering à la fin de 1853 et de 1855; il a été commandé dans divers pays et par diverses administrations 444 machines du système Engerth, savoir :

		machines
Autriche.	Chemins de fer de l'État	133
	Compagnie du chemin de fer de Kralup à Buschtiérad	4
	Compagnie des bateaux à vapeur du Danube (chemin de fer de Mohacs à Funfkirchen)	2
	Société autrichienne des chemins de fer de l'État	65
	Compagnie du chemin de fer de Linz à Gmunden	16
	Chemin de fer de Neustadt (transport de matériaux)	3
Prusse.	Compagnie du chemin de fer de Silésie	2
Suisse.	Compagnie du chemin de fer Central	52
	Compagnie du chemin de fer de Rohrschach	12
France.	Compagnie du chemin de fer du Nord	66
	— — du Midi	12
	— — de l'Est	25
	— — de Paris à Lyon	1
	— — de Saint-Rambert à Grenoble	6
		399
	COMMANDES FACULTATIVES.	
	Compagnie du chemin de fer du Midi	24
	— — de Paris à Lyon	15
	— — de Saint-Rambert à Grenoble	6
	Total général	444

LOCOMOTIVE DU CREUZOT. — Parmi les diverses machines envoyées par M. Schneider du Creuzot, on a remarqué la locomotive destinée au chemin de fer de Paris à Lyon, et qui est établie sur le système Engerth, mais avec des dispositions particulières qui présentent une heureuse transformation du mode de construction primitivement adopté pour ces machines.

Les caisses à eau placées sur les deux côtés du corps cylindrique de la chaudière ont été supprimées, et l'approvisionnement d'eau a été reporté sur le tender, qui a reçu trois essieux, les deux premiers enveloppant et supportant comme d'habitude le foyer. La machine construite pour remorquer des trains de marchandises fortement chargés, mais cependant sans excéder dans une proportion considérable les limites actuelles, n'est pas pourvue de l'engrenage introduit par M. Engerth dans les machines du Sœmmering; l'adoption du système de châssis brisé de M. Engerth a permis de lever d'une manière avantageuse les difficultés qu'avait présentées jusqu'ici la construction des machines puissantes pour l'égalité de la répartition de la charge sur les essieux, la réduction à des limites convenables de l'écartement extrême des essieux réunis par un accouplement rigide, l'agrandissement du foyer par rapport à la surface de chauffe des tubes, l'accroissement de la surface de chauffe totale dans un rapport suffisamment large avec la dimension des cylindres et la puissance de traction. C'est dans ce but que le spécimen du Creuzot a été établi.

M. Schneider a mis en outre sous les yeux du Jury les plans d'une machine dans laquelle on pourrait utiliser, en les accouplant à la manière ordinaire, l'adhérence de quatre paires de roues motrices, sans perdre les avantages du système de châssis brisé, qui constitue un des éléments principaux de l'invention de M. Engerth.

Locomotives de M. Kessler. — Ce constructeur, après avoir créé un premier atelier pour la construction des locomotives à Carlsruhe, et l'avoir cédé au gouvernement badois, a fondé à Esslingen, sous le patronage du gouvernement de Wurtemberg, de nouveaux ateliers qui doivent occuper 1,400 ouvriers.

Les machines construites à Esslingen sont connues par leur bonne exécution et leurs dispositions particulières; elles sont recherchées en Autriche, en Suisse et en Allemagne.

M. Kessler avait exposé deux locomotives, l'une du système Crampton et l'autre du système Engerth, sans engrenage.

La première est pour le chemin de fer du Palatinat; elle a un bâti extérieur auquel le cylindre est attaché, ce qui a permis de rapprocher les roues; la seconde fait partie d'une fourniture de 12 machines pour le chemin de fer du Midi. L'urgence de la commande n'a pas permis au constructeur, pour celle-ci, de modifier plusieurs détails de la machine : elle se présente donc conforme aux premiers plans adoptés par M. Engerth; le foyer seulement a été allongé de manière à augmenter dans une assez large proportion la surface de chauffe directe.

Locomotive de Carlsruhe. — La société formée à Carlsruhe pour la construction des machines locomotives et qui a repris, comme nous venons de le dire, les anciens ateliers de M. Kessler, peut faire, par année, 40 locomotives et leurs tenders.

La machine, exposée par cette société, représente le type adopté par les

ingénieurs du chemin de fer badois pour le service de la grande vitesse. La position des roues motrices en arrière du foyer la rattache au système Crampton, l'application d'un avant-train mobile la rattache au type des machines américaines; la cheville ouvrière est à 0^m165 en avant du centre de figure de l'avant-train ; le bâti est extérieur, mais la table est déversée du côté intérieur de la voie, par suite de la position des excentriques. L'essieu moteur a ses plaques de garde renversées et se place sans qu'il y ait besoin de lever la machine. Un petit cheval est placé sous le tablier du mécanicien.

Ces machines marchent habituellement à la vitesse de 65 kilomètres à l'heure, et passent avec facilité dans des courbes de 350 à 260 mètres de rayon.

La disposition générale de la machine a donné lieu, comme système, à plusieurs objections, qui d'ailleurs ne touchent pas le constructeur auquel ce type a été imposé par la commande.

Locomotive de la société John Cockerill. — M. Pastor, directeur des grands établissements de construction de Seraing, avait envoyé à l'exposition une locomotive du système Engerth, destinée à remorquer des convois de houille de 450 tonnes utiles sur les chemins de fer du Nord, en France, et sur ses prolongements en Belgique.

Cette machine est construite sur des dimensions considérables; sa chaudière, dans la partie cylindrique, a 1^m50 de diamètre, les tubes ont 5 mètres de long et la surface de chauffe totale est d'environ 200 mètres carrés. Le tender est à six roues, et son essieu d'avant est seul accouplé avec le train des trois essieux moteurs au moyen de l'engrenage introduit par M. Engerth dans les machines du Sœmmering. La compagnie du chemin de fer du Nord, en recherchant à augmenter l'adhérence due à la charge des trois premières paires de roues, s'est contentée d'accoupler le premier essieu à l'aide de l'engrenage.

Cette machine, mise en service au coke, pour rester dans les conditions habituelles, sera chauffée à la houille et recevra la grille de MM. de Marsilly et Chobrzinski. Le nombre des machines commandées sur ce modèle est de 50.

Ces machines ont été calculées pour remorquer 45 wagons de houille et coke, chargés de 10,000 à 10,300 kilogrammes; celle qui figure à l'exposition, a fait pendant plusieurs jours un service régulier avec cette charge sur le parcours de Douai à Amiens, qui présente des rampes de 5 millimètres par mètre sur une assez grande étendue. Le 27 juin dans un dernier voyage d'essai entre Paris et Pontoise, elle a remorqué, sur cette distance de 28 kilomètres, en 1 heure 5 minutes à l'aller et 1 heure 2 minutes au retour, 46 wagons de houille et de coke, présentant un poids brut de 669 tonnes en un poids net en marchandises de 482 tonnes. La vitesse s'accélérait au delà de 25 kilomètres à l'heure en montant une rampe de 4 millimètres par mètre.

L'exécution de cette machine, quoique très-rapide, répond en tous points à la réputation bien établie des ateliers de Seraing.

Les ressorts, les tiges de piston, les roues d'engrenage, les glissières de supports du foyer sur le châssis du tender, le pivot d'accouplement de train mobile, les boutons et la contre-manivelle des roues motrices sont en acier fondu. Les pièces du mécanisme de distribution, les glissières du piston, les bielles et les bandages des roues sont en acier corroyé; les boîtes à graisse et toutes les parties frottantes, qui ne sont pas en acier, sont trempées au paquet.

Cette machine présente donc un spécimen complet de l'emploi de l'acier dans la construction des machines locomotives. M. Pastor ne s'est pas seulement préoccupé de profiter des avantages que présente cette précieuse matière pour la construction des machines; depuis six ans, il s'est occupé avec persévérance de généraliser la méthode de fabrication de l'acier au four à puddler, et maintenant l'usine de Seraing est montée pour satisfaire à tous ses besoins.

Locomotives accouplées. — La compagnie du chemin de fer Victor-Emmanuel avait exposé un dessin d'appareil de montagne, composé de deux locomotives à quatre roues, atelées dos à dos, desservies par un mécanicien et fonctionnant dans les parties peu inclinées de la voie.

Cette machine porte son eau et son coke, et chaque moitié peut être employée séparément.

Le type de ces machines a été imité de celui que les ingénieurs piémontais ont introduit sur les plans inclinés des Giovi (chemin de fer de Turin à Gênes), dont la pente s'élève jusqu'à 35 millimètres par mètre.

M. Mayer, ingénieur en chef de la compagnie, a introduit plusieurs améliorations dans la construction de ces machines, et s'est appliqué à les rendre à volonté indépendantes, pour les employer, soit seules, soit accouplées, suivant le poids des trains, l'état des rails et l'inclinaison du chemin qui s'élève à 26 millimètres, et dans quelques cas jusqu'à 30 millimètres par mètre. A charge pleine, le poids total de deux machines est d'environ 48 tonnes, qui profitent entièrement à l'adhérence et qui se répartissent également sur les roues. Chaque machine est armée d'un frein à rabot glissant sur le rail ou frein Laignel.

Des machines de ce type ont été commandées à Seraing.

A part l'iconvénient de présenter un double mécanisme et quelques difficultés de conduite qui se résoudront au besoin par l'adjonction d'un deuxième chauffeur ou d'un élève mécanicien au personnel ordinaire, ces machines répondent aux besoins de l'exploitation sur des chemins à profils très-accidentés. La compagnie Victor-Emmanuel en a fait une application utile en même temps qu'elle a apporté quelques améliorations à leur construction.

Locomotives a fortes charges. — Un établissement, formé à Vienne (Autriche) pour la construction des machines, et faisant actuellement partie

du chemin de Vienne à Raab et à Comorn, avait à l'exposition universelle une locomotive destinée à remorquer des charges considérables sur des courbes de petit rayon et à rails légers.

Cette machine a été construite sur les plans de M. Haswell, directeur de la compagnie autrichienne des chemins de fer de l'État. Séparée de son tender, elle repose sur huit roues également chargées et placées toutes entre le foyer et la boîte à feu. Les huit roues sont accouplées, et, pour faciliter le passage dans les courbes de petit rayon, on a donné à l'essieu d'arrière un jeu assez considérable dans le sens latéral, et de même aux boutons des manivelles d'accouplement dans les coussinets de têtes de bielles. Tout le mécanisme est placé à l'extérieur; les excentriques sont remplacés par deux manivelles, dont les boutons correspondent à la position qu'aurait occupée leur centre. Les ressorts sont à spirale du système de M. Baillie, ingénieur en chef du matériel du chemin de fer de Sud-Est; ils s'attachent à deux traverses réunissant les deux longerons et reposent, par l'intermédiaire d'axes de rotation, sur deux autres traverses qui réunissent les boîtes à graisse, de manière à permettre aux essieux de s'incliner suivant les inégalités de la voie, sans changer la répartition de la charge entre les deux roues. Les roues sont en fonte, pleines, coulées avec leurs contre-poids et cerclées de bandages en acier fondu. Les pièces importantes du mécanisme sont également en acier fondu.

Cette machine n'a pas paru propre à remplir d'une manière satisfaisante le but que son auteur s'est proposé; on ne pourrait pas donner aux roues un diamètre plus grand, réclamé généralement pour le service de l'exploitation, sans augmenter encore l'écartement extrême des essieux, et la dimension de la boîte à feu a été sacrifiée à la nécessité de ne pas surcharger les roues d'arrière; le mode de suspension adopté, qui peut avoir quelque utilité pour un chemin de fer dont l'entretien serait négligé, introduit dans la construction une complication qui ne paraît pas suffisamment justifiée.

La bonne exécution de toutes les parties de la machine, la bonne proportion et le bon agencement des pièces du mécanisme, ont montré que cette machine sortait des mains d'un constructeur habile et soigneux.

Locomotive de trains express. — Un constructeur fort habile de Berlin, M. Borsig, qui, malheureusement vient de mourir, avait envoyé à l'exposition la 600e locomotive construite dans ses ateliers.

Cette machine a fixé l'attention générale par la perfection de son exécution, par la bonne entente des détails et de l'ensemble, par la légèreté de toutes les pièces.

M. Borsig s'est appliqué pour la construction des locomotives à obtenir, avec l'acier fondu, des pièces exemptes de défauts, offrant à la fois une grande résistance à l'usure et à la rupture et une legèreté essentielle pour réduire autant que possible les causes d'instabilité.

Son établissement, qui comprend une forge à l'anglaise, occupe 2,200

ouvriers et 86 machines locomotives, indépendamment d'un matériel fixe considérable à l'usage des chemins de fer; il est le plus important de ceux qui existent en Prusse et suffit à peu près seul à tous les besoins des chemins de fer de ce pays.

On remarque dans la machine de M. Borsig, indépendamment de l'emploi de l'acier fondu, le système de suspension qui rend solidaires, par l'intermédiaire d'un balancier, les quatre ressorts des roues d'avant et du milieu, tandis que l'essieu d'arrière a un ressort transversal. La machine est en quelque sorte suspendue sur trois points. Les glissières des pistons sont quadruples et embrassent un coulisseau mobile qui remplace avec avantage les crosses de pistons ordinaires.

M. Borsig n'a pas adopté pour les machines de trains express, type auquel se rapporte la machine exposée, le système de M. Crampton; il a laissé l'essieu moteur au milieu, en avant du foyer et a profité avec habileté de toutes les simplifications que comporte cette disposition pour faire à la fois une machine légère, très-solide et puissante. Les cylindres sont extérieurs et les tiroirs intérieurs; le bâti est intérieur.

Ces machines donnent les résultats les plus favorables pour l'économie du combustible, l'économie des frais d'entretien et l'importance du service annuel qu'elles sont en état de faire.

Locomotives Crampton. — Cet ingénieur avait cru devoir exposer l'une des premières machines de son système pour trains express, construite en 1849 pour le chemin de fer du nord dans les ateliers de MM. Cail et Ce.

Cette machine, que nous avons publiée avec détails dans le 7e volume, avait été mise à l'Exposition par MM. Cail et Ce, avec un tableau constatant qu'après avoir effectué un parcours moyen de 40,000 kilomètres pendant 6 années, soit 240,000 kilomètres, elle se présentait encore en parfait état de service.

En examinant le type de ces machines, dont le nom est devenu populaire, le jury international a déclaré qu'il ne fallait pas oublier que c'était à la France que revenait le mérite d'en avoir compris et utilisé les avantages.

C'est en effet la maison Cail, qui, la première, a commencé la construction de ce système auquel elle a successivement apporté des perfectionnements utiles. On sait que cet établissement produit 80 à 100 locomotives par année, et qu'il est placé au point de vue de cette généralité seule, au premier rang dans l'industrie.

Locomotives a voyageurs. — MM. Cail et Ce, qui occupaient dans l'Annexe une place considérable par l'importance et la variété des produits, y avaient présenté, avec la locomotive précédente, une machine à voyageurs, construite pour le chemin de fer de Paris à Lyon. Cette machine, d'un système connu, et employée déjà depuis plusieurs années, a reçu de ces constructeurs diverses améliorations dans ses détails.

On se rappelle que MM. Cail et Ce avaient également soumis à l'examen du jury, d'une part, trois machines à vapeur dont une faisait marcher une soufflerie à grande vitesse, du système de MM. Thomas et Laurens, et de l'autre six machines outils de différents genres, une presse monétaire, comme celle que que nous avons donnée dans le 9e volume, et en outre divers appareils de sucreries, des tôles embouties pour chaudières de locomotives, des roues en fer forgé avec plusieurs pièces de forge. On a généralement remarqué la bonne exécution, la précision d'ajustage et de montage qui distinguent les produits de cette maison.

LOCOMOTIVE-TENDER DE M. GOUIN. — Cette machine, disposée avec quatre roues couplées, fait partie de la commande de 85 locomotives du même type, destinées au service du chemin de fer du Midi. M. Gouin, dont l'établissement, fondé en 1846, est arrivé à produire 70 machines locomotives par année, outre la construction d'un grand nombre de ponts en tôle, a introduit dans sa machine mixte une disposition utile, qui consiste à faire venir à la forge, sur la manivelle de la roue motrice, un manneton qui reçoit la bielle d'accouplement, et consolide le manneton rapporté de la bielle motrice. Le mécanisme, très-bien exécuté et d'un bon agencement, est entièrement placé à l'extérieur. — Les dimensions principales de cette locomotive sont comprises dans le tableau que nous donnons plus loin.

M. Gouin construit sur le même type, et avec les mêmes dimensions de chaudière et de cylindres, 40 machines à voyageurs dont les roues motrices indépendantes ont 2^m 10 de diamètre.

La quantité d'eau approvisionnée sur la machine est réduite à 2^m 1/2 cubes et complétée jusqu'à concurrence de 6^m 1/2 à 7 mètres cubes par l'addition d'un réservoir sur le wagon à bagages.

LOCOMOTIVE A TRÈS-GRANDE VITESSE. — M. E. Gouin avait en outre une machine locomotive du système de MM. Blavier et Larpent, dans laquelle il a résolu avec succès de sérieuses difficultés de construction. On se souvient que cette machine, que nous serions très-désireux de voir fonctionner, se distingue surtout par l'énorme dimension de ses roues motrices, qui dépassent 3 mètres de diamètre, et par la position de leur essieu qui se trouve au-dessus de la partie principale de la chaudière que les auteurs ont disposée en plusieurs corps.

LOCOMOTIVES MIXTES. — MM. A Kœchlin et Ce, de Mulhouse, avaient exposé une machine mixte, exécutée pour le chemin de fer de Lyon à Genève. Ce type, adopté et recommandé par eux, est représenté par 130 machines construites sur leurs plans.

Les quatre roues accouplées sont placées en avant du foyer; les cylindres sont extérieurs; le mouvement de distribution est intérieur et pourvu de la détente variable de Gonzembach à deux tiroirs.

Ces machines font un bon service; leur consommation et leur entretien sont économiques. Les pièces sont d'un accès et d'une visite faciles. Les

collets des essieux en toutes les parties qui travaillent par frottement sont trempés au paquet.

M. G. Egestorff, à Linden, près Hanovre, avait également envoyé une machine mixte, construite sur les plans adoptés par les administrations de chemin de fer du Hanôvre et du Brunswick.

Cette machine est à cylindres extérieurs, à bâti intérieur et à quatre roues accouplées, pour le service mixte des voyageurs et des marchandises; elle ne présente, comme disposition d'ensemble, rien de particulier; les détails sont bien étudiés. Les boîtes à graisse sont en fer forgé; les bielles sont en acier fondu, ainsi que les glissières et les ressorts; les bandages sont en acier corroyé; les autres pièces du mécanisme sont également en acier corroyé et trempées.

L'atelier de Linden est un des principaux de l'Allemagne; il a fourni déjà un nombre assez considérable de machines aux chemins qui l'avoisinent.

Locomotive de M. M'Connel. — M. Fairbairn fils, de Manchester, a exposé une machine locomotive système de M. M'Connell, ingénieur en chef du London et North-Western railway. Cette machine appartient à une série de machines destinées à remorquer les convois express sur la ligne de Londres à Birmingham : elle présente, comme particularité, une chambre pour le mélange des gaz, interposée entre la boîte à feu et les tubes; cette chambre étant vide de tubes, il a été possible de la déformer pour donner place à l'essieu coudé d'une paire de grandes roues motrices; on attribue à cette disposition, qui rend la construction de la chaudière difficile, l'avantage de former un autel qui facilite le mélange des gaz.

Ces machines ont une vitesse et une puissance de traction proportionnées à la dimension de leurs organes; une note remise au jury les regarde comme très-économiques de consommation; il est à remarquer néanmoins que leur usage ne paraît pas encore s'être généralisé sur d'autres lignes que celle dirigée par M. M'Connell.

La machine est supportée par des ressorts en caoutchouc; les essieux sont creux, d'un système breveté de M. M'Connell, qui devra recevoir des applications nombreuses lorsqu'il sera mieux connu.

Nous avons publié ce système d'essieu dans le *Génie industriel.*

Locomotive a voyageurs de Stephenson. — Nous avons, depuis longtemps déjà, fait connaître les dispositions des machines locomotives de cet habile ingénieur, qui s'est acquis une réputation si justement méritée dans l'industrie des chemins de fer. Tout le monde connaît aujourd'hui ses travaux, et en particulier les progrès qu'il a fait faire aux locomotives. Aussi s'est-il contenté de mettre à l'Exposition universelle une machine à voyageurs et son tender.

Cette machine était à cylindres intérieurs, avec bâti extérieur, comme dans son système primitif; l'essieu moteur en avant du foyer et l'essieu d'arrière sous la plate-forme du mécanicien. L'agencement du mécanisme

est simple, toutes les pièces sont facilement accessibles, et les diverses parties travaillantes sont trempées en paquet.

On sait que ces machines font un bon service et accusent une fabrication organisée d'une façon très-courante, qui rend, par la puissance de sa production, de grands services aux compagnies des chemins de fer anglais.

LOCOMOTIVES A VOYAGEURS DE SAINT-LÉONARD. — M. Regnier-Poncelet, de Liége, avait exposé la 92e machine sortie de ses ateliers.

Cette machine, destinée au service des voyageurs sur les chemins de fer de l'État en Belgique, a été construite sur les plans fournis par l'administration de ces chemins. Elle est à cylindres intérieurs, roues indépendantes, bâti intérieur; elle porte le système de détente de M. Walshaert, chef d'atelier de la station du Midi à Bruxelles, système dans lequel un des excentriques est remplacé par un levier en relation avec la crosse du piston, ce qui permet au tiroir, commandé par un double mouvement, de prendre à la fin et à l'origine de la course du piston les positions variables qui conviennent pour l'avance à l'introduction, la détente, l'échappement et la compression, suivant la position du levier de changement de marche. Les épures remises par M. Regnier-Poncelet montrent que la distribution à détente variable ainsi obtenue se présente dans des conditions favorables.

A part le système de détente, la machine ne présente d'autres particularités que la différence de détails qu'on rencontre d'un atelier ou d'un chemin de fer à un autre. Le mécanisme est bien dégagé, d'une visite et d'un entretien faciles.

Tous les détails sont soignés, et l'exécution répond à la réputation depuis si longtemps acquise à l'atelier de Saint-Léonard.

LOCOMOTIVE DE MM. ZAMAN, SABATIER ET Ce. — Ces constructeurs, établis à Bruxelles, avaient envoyé à l'Exposition leur première machine locomotive, construite comme spécimen des ressources que présente leur atelier pour l'exécution des moteurs de cette nature. Le travail de cette machine était bien soigné; les détails en ont été bien étudiés par M. Hanrer, chef d'atelier des chemins de fer de l'État belge, qui a dirigé la construction et qui y a introduit un nouveau système de détente que nous avons déjà eu l'occasion de décrire.

LOCOMOTIVE A VOIE ÉTROITE. — M. Guillaume Gunther, de Wiener-Neustadt, près Vienne, a monté un atelier important, où il occupe jusqu'à 400 et 500 ouvriers, et peut produire annuellement 40 locomotives avec leurs tenders. Une machine, construite sur ses plans pour le concours du Sœmmering, a obtenu le second prix.

Ce constructeur avait exposé une machine locomotive destinée au transport des matériaux sur un chemin de fer à voie très-étroite, dont la largeur est seulement de 0m 950. La machine est à quatre essieux, dont les deux intermédiaires sont accouplés, et les deux extrêmes disposés de ma-

nière à se déplacer latéralement et en même temps à converger par la réaction des rails sur les boudins des roues. L'importance des commandes de machines de ce genre, faites à M. Gunther pour d'anciens chemins à chevaux, semble indiquer que ce système répond au genre d'application assez restreint en vue duquel il a été construit. Mais le jury n'a reçu aucun renseignement précis sur la manière dont ces machines se comportent en service.

Le peu d'espace dans lequel il fallait grouper tous les organes d'une machine ordinaire a conduit le constructeur à des dispositions compliquées ou confuses, mais l'exécution est soignée et mérite une mention spéciale.

Locomotive de M. Arnoux. — M. Meyer, ingénieur à Paris et ancien constructeur de machines à Mulhouse, avait soumis à l'examen du jury une machine locomotive spéciale construite pour le chemin de fer d'Orsay.

Cette machine, dessinée par M. Meyer sur le programme qui lui a été fourni par M. Arnoux, a été exécutée par M. Anjubault, constructeur à Paris.

M. Arnoux, après avoir perfectionné son système de véhicules, s'est appliqué à le compléter, en créant une machine à roues accouplées, présentant une adhérence assez grande pour remorquer de fortes charges sur des rampes très-inclinées : il a imaginé de rendre indépendants les deux systèmes de roues accouplées de chaque côté de la machine, en commandant chaque système par deux cylindres, l'un intérieur, l'autre extérieur.

Les deux essieux moteurs sont coupés au milieu, et chaque moitié peut tourner indépendamment de l'autre, sans que cependant la rigidité transversale des essieux soit détruite. Un ingénieux emmanchement des deux bouts de demi-essieux l'un sur l'autre permet d'atteindre ce but, et les roues peuvent néanmoins effectuer, par leur développement, des parcours proportionnels aux longueurs des rails.

M. Meyer a heureusement vaincu les difficultés d'agencement d'un tel système, qui se présente, à la vérité, avec une certaine apparence de complications, mais qui donne cependant une machine solide, susceptible de marcher vite et de remorquer de lourds convois, tout en parcourant avec aisance les courbes du plus petit rayon, dont les premiers essais ont constaté le succès. Les difficultés d'exécution ont été résolues avec intelligence par M. Anjubault, constructeur qui commence, et dont le jury a constaté avec satisfaction le mérite.

Cette machine complète le système de M. Arnoux, et ouvre une voie nouvelle dans laquelle les ingénieurs et les constructeurs trouveront matière à perfectionnement et à simplication.

Nous ne devons pas omettre, en terminant cette revue, de parler des dispositions nouvelles et particulières que l'habile ingénieur M. Phillipps applique en ce moment sur le chemin de fer du Midi, et qui ont fait l'objet d'un brevet de 15 années, pris en France, à la date du 24 janvier 1857.

M. Phillipps s'est proposé de construire, comme M. Engerth, des locomotives capables de traîner de fortes charges ou de gravir de fortes rampes, en utilisant tout le poids de la machine, mais en évitant complétement l'emploi des engrenages et les inconvénients reprochés à ce système.

A cet effet, il a imaginé plusieurs dispositions qui remplissent parfaitement le but qu'il s'est proposé d'atteindre.

Ainsi, l'une de ces dispositions consiste dans l'application de trois paires de roues-couplées, montées sur cinq essieux parallèles qui se trouvent tous compris entre la boîte à feu et la boîte à fumée.

Quoique ces roues n'aient pas moins de 1m30 de diamètre extérieur, en moyenne, le plus grand écartement entre les deux essieux extrêmes n'est que de 5m42; et comme l'auteur a le soin de faire les roues du milieu sans rebord, et d'une plus grande largeur, la machine peut également passer sur les courbes, aussi bien que les locomotives ordinaires à trois paires de roues, tout en se maintenant bien sur la voie où elle est suffisamment retenue par les boudins des roues extrêmes.

Une autre disposition consiste également dans l'application des cinq essieux parallèles, couplés de même, à une machine réunie à son tender, par un seul châssis prolongé. Dans ce cas, quatre paires de roues se trouvent entre la boîte à feu et la boîte à fumée, et le cinquième essieu d'arrière est placé avec ses roues directement sous le tablier qui joint la portion de tender portant le coke au foyer de la locomotive.

Cette cinquième paire de roues, comme les deux premières de l'avant de la machine, sont à rebords, et les deux autres paires intermédiaires sont unies et plus larges.

La troisième disposition comprend une machine à quatre essieux couplés, assemblée par articulation avec son tender, de telle sorte que le quatrième essieu porte une partie de celui-ci et une partie de la machine, et se trouve accouplé avec les trois essieux précédents. On utilise donc encore, au profit de l'adhérence, le poids de toute la machine et celui d'une partie du tender.

Enfin, la quatrième disposition proposée par M. Philipps peut être regardée comme résultant des deux combinaisons qui précèdent, c'est-à-dire qu'elle comprend quatre essieux couplés sous la locomotive même, et le cinquième essieu placé entre la boîte à feu et le devant du tender, de manière à supporter également une partie de celui-ci, en le reliant de même à la machine par articulation et par un châssis commun.

Dans chacun de ces systèmes, les roues extrêmes sont toujours à rebords, tandis que celles du milieu n'en ont pas; mais celles intermédiaires peuvent à volonté avoir des boudins moins saillants, ou n'en pas avoir du tout.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A MARCHANDISES REPRÉSENTÉE SUR LES FIG. 1 A 9, (PL. 4 ET 5.)

Nous avons représenté la machine sur la fig. 1 de la pl. 4, en partie vue extérieurement sur toute sa longueur, et en partie sa partie supérieure, suivant une coupe longitudinale qui passe par l'axe de la chaudière, avec la pompe d'alimentation également coupée suivant un plan vertical passant par l'axe.

La fig. 2 montre la vue de face de l'appareil, du côté du foyer, où se placent le mécanicien et le chauffeur.

Les fig. 3 et 4 représentent, d'un côté, une section verticale et transversale faite dans le milieu du cylindre et de la sortie de vapeur, suivant la ligne 1-2 de la fig. 1, et de l'autre, une seconde section parallèle faite par l'axe de l'essieu moteur, suivant la ligne 3-4 de la même figure, en regardant du côté de la cheminée.

La fig. 5 est un fragment de coupe horizontale, passant à la fois par l'axe du cylindre à vapeur, du tiroir de distribution et le centre des roues motrices, des tampons de chocs, etc.

Les fig. 6 et 7 font voir une section verticale et un plan, dont une partie coupée, du système de régulateur qui sert à régler l'admission de la vapeur dans les boîtes de distribution aux cylindres.

La fig. 8 représente la coupe longitudinale d'un piston très-simple, appliqué actuellement par M. Polonceau dans plusieurs locomotives, de préférence au piston que nous avons représenté dans la fig. 5.

La fig. 9 comprend deux arcs de champ, des anneaux de fonte qui servent de garniture à ce piston.

La particularité essentielle de cette machine est l'accouplement des six roues qui, en utilisant comme puissance motrice l'adhérence sur les rails résultant de tout le poids de la locomotive, en fait une machine éminemment propre au transport des marchandises et au parcours des rampes. A part cette disposition et quelques détails que nous signalerons, cette machine diffère peu de la locomotive à quatre roues accouplées de M. Polonceau, que nous avons publiée précédemment (vol. VIII, page 52 et pl. 4 et 5).

La forme de la chaudière A est la même, sauf un léger renflement de la partie A′ qui entoure la boîte à feu. Tout en employant les cornières *a* destinées à renforcer les fonds plats de la chaudière, on n'a pas renoncé à l'emploi des tirants *a′*.

La prise de vapeur se fait par le tuyau C, percé à sa partie supérieure d'ouvertures étroites, et qui règne dans toute la longueur de la chaudière pour aboutir au dôme B où se trouve le régulateur. De là, la vapeur se rend aux tiroirs des cylindres par les tuyaux C′ qui sont appliqués à l'extérieur de la chaudière, au lieu d'être entièrement enfermés dans la boîte à fu-

mée F. Ils sont enveloppés aussi bien que la chaudière, pour éviter le refroidissement.

Le tiroir D du régulateur est horizontal, ce qui rend sa commande directe par la tige D'. Le dôme B sert de trou d'homme.

La partie inférieure de la boîte à feu A' est munie du robinet ou soupape de vidange *b* et de cendrier à charnière E que l'on ouvre au moyen du levier E', quand on veut laisser promptement tomber le feu.

Les cylindres à vapeur G sont boulonnés l'un avec l'autre et à la partie inférieure de la boîte à fumée, dont ils forment le fond. Ces cylindres sont intérieurs, tandis que leurs boîtes de distribution H sont extérieures. Les tiroirs I sont à détente par recouvrement.

La position des boîtes de distribution place les excentriques J et J' à l'extérieur des roues motrices R et des longerons L. La coulisse r, à laquelle viennent s'articuler les tirants d'excentriques I' présente une disposition particulière. La coulisse courbée en arc de cercle, dont la concavité est tournée vers le tiroir au lieu d'être tournée du côté des excentriques, n'est plus susceptible de monter et de descendre comme dans la disposition ordinaire de Stephenson ; elle ne fait qu'osciller par l'effet du mouvement des excentriques, étant suspendue par son milieu, à l'aide d'une barre *d*, à un point fixe *e*.

Le système de leviers *c*, au lieu d'agir sur la coulisse r, déplace l'extrémité de la bielle *f* de la tige du tiroir qu'il transporte au haut ou au bas de la coulisse, selon que l'on veut marcher en avant ou en arrière.

Les bielles motrices N commandent l'essieu coudé K qui occupe le milieu de la machine. Cet essieu supporte la chaudière par trois coussinets, dont deux extérieurs sont montés dans les longerons L, et un intérieur est ajusté dans un longeron central unique *g* (fig. 3 et 4). Le ressort de suspension central *l* est longitudinal au lieu d'être transversal, comme c'était le cas dans la machine à quatre roues accouplées, et qui avait deux longerons intérieurs.

L'essieu coudé K porte à ses extrémités les manivelles d'accouplement M, qui se relient par des bielles O O', articulées en *o*, aux manivelles correspondantes M' et M^2 de l'essieu postérieur K' et de l'essieu antérieur K^2.

La pompe U est actionnée à l'aide de la bielle *u*, par l'un des colliers d'excentriques.

Nous ne décrirons pas les autres détails de cette machine, qui ne diffèrent pas de ceux de la locomotive à quatre roues accouplées que nous avons mentionnée plus haut et à laquelle nous renvoyons.

Quant au piston représenté par la fig. 8, et que M. Polonceau substitue actuellement à celui de la fig. 5, il est d'une simplicité remarquable ; le corps P est en fer forgé d'un seul morceau.

Cette pièce peut s'obtenir de deux manières, soit au marteau-pilon, au moyen de poinçons et de matrices *ad hoc*, comme nous l'avons vu chez

MM. Jackson, Petin, Gaudet et Ce, à Rive-de-Gier, soit en prenant un disque de fer que l'on place sur le tour et que l'on évide intérieurement pour lui donner la forme creuse indiquée sur le dessin. Ce dernier moyen, qui semble tout d'abord beaucoup plus long et plus dispendieux que le premier, est plus économique, en ce que la main-d'œuvre est moins considérable. En effet, une fois le disque monté sur le tour et l'outil en travail, il suffit de la surveillance d'un manœuvre pour terminer l'évidement à la profondeur voulue.

Sur la circonférence de ce disque évidé, qui épouse la forme du fond du cylindre G, sont creusées deux gorges *p* destinées à contenir la garniture; le centre est formé d'une partie saillante, taraudée intérieurement pour recevoir l'extrémité filetée de la tige T. La garniture se compose simplement de deux anneaux en fonte *g* (fig. 9) que l'on place dans les gorges du piston.

Ce système de piston est presque identique à celui que l'on a pu remarquer à l'Exposition universelle de 1855, appliqué à une machine de bateau à hélice placée à l'extrémité la plus occidentale de l'annexe. Cette machine, envoyée par l'usine de Montala, en Suède, a obtenu la grande médaille d'honneur, et on remarquait, entre autres dispositions ingénieuses, la construction du piston, entièrement en fonte et sans ressorts; car les deux espèces d'anneaux, qu'on place après coup dans les deux rainures creusées sur la partie frottante, sont également en fonte.

Un piston d'une construction à peu près semblable faisait partie de l'exposition de M. P.-R. Jackson, de Manchester. Ce piston, pour lequel M. Ramsbottom a obtenu un brevet d'invention, est fait d'une seule pièce en fonte, évidée intérieurement pour épouser la forme du couvercle du cylindre à vapeur dans lequel il est introduit; on y a creusé, sur la circonférence extérieure, trois rainures destinées à recevoir trois anneaux en fer forgé, tournés d'un dixième plus grand que le cylindre, et que l'on engage dans les rainures lorsque l'on met le piston dans celui-ci.

Ce genre de piston, nous a-t-on assuré, est maintenant beaucoup en usage chez les ingénieurs anglais. Un grand nombre ont été fournis à des établissements particuliers et à quelques-unes des principales compagnies de chemins de fer. Sur le London and North-Western railway, plus de 70 paires de ces pistons sont employées, et ont parcouru un ensemble de distance de 2,000,000 de milles (3,218,000 kilom.); ils donnent des résultats très-satisfaisants. Les compagnies de Manchester, de Scheffield et de Lincolnshire ont aussi trouvé un très-grand avantage dans leur application.

TABLEAU DES DIMENSIONS PRINCIPALES DES MACHINES LOCOMOTIVES EXPOSÉES EN 1855.

DÉSIGNATION DES SYSTÈMES.	NOMS DES EXPOSANTS.	Diamètre des cylindres.	Course des pistons.	Diamètre des roues motrices.	Écartement des essieux extrêmes.
		mill.	mill.	mètres.	mètres.
Engerth (1).............	M. Schneider, du Creusot..........	480	640	1.30	2.78
Idem (2).............	M. Kessler, à Esslingen...........	480	640	1.31	2.70
A trois essieux moteurs (3)	Société John Cockerill.............	500	660	1.26	2.60
Double de montagnes (4).	Ce du chemin de fer Victor-Emmanuel.	415	660	1.20	2.61
A grandes charges (5)....	Ce du chemin de Vienne à Raab.....	461	632	1.13	3.81
A marchandises.........	M. Polonceau......................	420	650	1.37	3.50
A grande vitesse........	*Idem.*	400	600	2.04	» »
A train express (6)......	M. A. Borsig, à Berlin............	380	510	1.98	4.71
A grande vitesse........	Société Kessler, à Carlsruhe........	406	559	2.14	4.30
Crampton...............	M. Kessler, à Esslingen...........	380	610	1.80	3.95
Locomotive-tender.......	M. Ernest Gouin..................	420	560	1.74	4.70
Machine mixte..........	MM. André Kœchlin et Ce.........	400	560	1.68	3.31
Idem.	M. G. Egestorff, à Linden.........	406	610	1.46	» »
M.-Connell..............	M. W. Fairbairn fils..............	381	559	2.14	» »

(1) Dans ce modèle, la distance du premier essieu de la machine au dernier essieu du tender est de 8m07.

La charge totale, pour l'adhérence, est de 36 tonnes, et la charge sur les essieux du tender 26t100, ce qui produit une charge totale de 62t100.

La tension absolue de la vapeur est de 8 atmosphères.

(2) La charge sur les trois essieux moteurs est de 37t1/2, et celle sur les deux essieux du tender est de 20 tonnes.

(3) L'écartement des trois essieux du tender = 3m445;
Celui du troisième au quatrième essieu = 1m325,
De sorte que l'écartement total de l'essieu d'avant à l'essieu d'arrière = 7m370.
La capacité du tender est, pour l'eau, de 8 mètres cubes; pour le coke, de 5 mètres cubes.
Le poids de la machine à vide est de 30 tonnes.
La tension absolue de la vapeur est de 7 atmosphères.

(4) Les dimensions sont celles de chaque moitié de l'appareil.
La surface de chauffe de l'ensemble est de 15m.q.72.
La capacité du réservoir d'eau est de 7 mètres cubes, et celle pour le coke, de 4 mètres cubes.
La tension de la vapeur est de 9 atmosphères.

(5) Cette machine est à huit roues; la charge, sur la deuxième et la troisième paire, est de 8t412, ce qui forme en tout 16t824.

(6) Dans cette machine, la tension absolue de la vapeur est de 8 atmosphères. Son tender a une capacité de 6m.c.100 pour l'eau, et porte 2,250 kilogr. de coke.

SUITE DU TABLEAU DES DIMENSIONS PRINCIPALES DES MACHINES LOCOMOTIVES EXPOSÉES EN 1855

CHARGE SUR LES ESSIEUX			Poids total de la machine.	Nombre de tubes.	Longueur des tubes.	Diamètre extérieur des tubes.	SURFACE DE CHAUFFE		
en avant.	au milieu.	en arrière.					des tubes.	du foyer.	en total.
tonnes.	tonnes.	tonnes.	tonnes.		mètres.	mill.	m.q.	m.q.	m.q.
12.000	12.000	12.000	62.100	203	4.750	55	151.38	9.75	161.13
» »	» »	» »	57.500	197	4.700	53	154.00	9.00	163.00
» »	» »	» »	64.000	234	5.000	55	202.06	10.44	212.50
» »	» »	» »	24.000	»	» »	»	71.62	7.74	79.36
8.885	16.824	8.960	34.669	158	4.634	47	121.80	6.70	128.00
10.184	10.562	10.184	30.930	204	4.015	48	126.23	7.94	134.14
» »	» »	» »	25.000	186	3.360	»	» »	» »	88.00
10.099	21.437	5.423	26.959	182	3.610	46	83.21	7.00	90.21
8.000	8.000	13.500	29.500	215	3.050	45	87.70	6.12	93.82
10.000	5.667	10.333	26.000	1'8	3.347	40	82.00	5.08	88.08
9.000	13.200	14.000	36.200	180	3.460	50	89.99	7.71	97.70
8.940	9.550	10.185	28.675	152	3.920	50	86.33	7.20	93.53
» »	» »	» »	» »	162	» »	60	» »	» »	92.00
» »	» »	» »	22.223	414	1.830	317	68.40	14.80	82.90

ATELIERS DU CHEMIN DE FER DE LYON A PARIS

Les ateliers de construction et de réparation du chemin de fer de Lyon, situés près de l'embarcadère de départ de Paris, sont parfaitement outillés, et, nous pouvons le dire, beaucoup mieux organisés que la plupart des établissements de même genre qui existent en Allemagne et dans la Grande-Bretagne. Comprenant une centaine de machines-outils de tout genre, rangés avec le plus grand ordre dans une seule et même salle, ils sont coupés en longueur et en largeur par des voies ferrées, sur lesquelles on promène des grues mobiles montées sur un chariot à quatre roues, pour transporter les plus lourdes pièces sur les tours, les machines à raboter ou à mortaiser qui doivent les travailler. De cette sorte, la main-d'œuvre est notablement réduite, et les hommes n'éprouvent aucune peine dans leur manœuvre.

Ces machines-outils proviennent des meilleurs constructeurs français; elles sont disposées de façon à remplir chacune des conditions spéciales pour façonner toute espèce de pièces en fer, en fonte ou en cuivre, quelle que soit leur forme. C'est ainsi qu'une tête de bielle de locomotive est rabotée sur les deux faces opposées, mortaisée à l'intérieur, puis taillée sur les champs et jusque sur les congés, de manière qu'elle sort des machines sans avoir reçu un coup de lime.

Le moteur à vapeur, qui fait mouvoir toutes ces machines, a été construit dans les ateliers mêmes et sous la direction de M. Delpech, ingénieur du matériel. Il se compose de deux machines accouplées dont les cylindres sont placés à 45 degrés par

rapport au plan horizontal, et par suite les tiges de piston sont à angle droit, pour communiquer leur action à l'arbre de couche unique situé au-dessus. Ces machines peuvent, à volonté, marcher ensemble ou séparément, suivant le travail que l'on veut faire; chacune d'elles peut donner 50 chevaux de force au besoin, ou seulement 20 à 25; elles fonctionnent à la vitesse moyenne de 80 révolutions par minute.

Les forges, qui ne sont destinées qu'à la confection des pièces en réparation, comprennent plusieurs grands foyers doubles, des marteaux à vapeur dont les bâtis sont évidés, des cisailles, découpoirs, ventilateurs et soufflets de réserve.

L'atelier de montage, très-considérable, est fort bien disposé pour recevoir les machines en mauvais état, démonter les pièces et les remettre en place. Il est aussi traversé en tous sens par des chemins de fer sur lesquels on fait également promener les grues à chariot. Il est complété par la chaudronnerie, qui avant peu comprendra tout l'outillage nécessaire.

On ne peut s'empêcher d'admirer, surtout, les magasins qui reçoivent les pièces de rechange et l'ordre parfait qui y règne, ce qui, malgré leur étendue, permet de reconnaître d'un seul coup-d'œil la place et le nombre de chaque objet. Or, les articles sont très-variés; ils comprennent toutes les parties détachées de la locomotive, du tender et du wagon, depuis les pistons et les cylindres à vapeur avec leurs boîtes et tiroirs de distribution jusqu'aux tampons, aux ressorts, aux chaînes, aux boulons et autres ferrures, excepté, toutefois, les roues, les essieux et les bandages qui sont dans la cour, rangés par catégorie.

Tous ces articles sont d'ailleurs exécutés avec une précision telle qu'ils s'appliquent indifféremment à toutes les machines d'une même série : ainsi un cylindre à vapeur, une bielle motrice, un piston, etc., venant à manquer à une locomotive, peut être immédiatement remplacé et permet de la remettre en service en très-peu de temps.

Nous avons encore vu avec beaucoup d'intérêt, dans les bureaux de M. Delpech, des tableaux fort curieux qui montrent constamment l'état de situation et le parcours total de toutes les machines locomotives depuis leur entrée au service, année par année, et mois par mois. Chaque série de machines, indiquée en tête du tableau par un numéro d'ordre, correspond à des colonnes verticales que l'on teinte, mensuellement, d'une couleur rose tant que la machine reste au service, d'une couleur bleue lorsqu'elle est en réparation, et d'une couleur jaune quand elle est disponible. A la fin de chaque mois, on fait l'addition du parcours, et l'on sait ainsi que telle machine a produit depuis son premier jour de marche tant de mille kilomètres, que telle autre est restée dans les ateliers pendant tant de jours ou tant de mois, etc.

Cette indication, qui paraît appliquée aujourd'hui sur quelques grandes lignes, devrait être, selon nous, adoptée par tous les chemins de fer; car elle est vraiment précieuse par les observations pratiques qu'elle permet de faire journellement.

CHEMINS DE FER

SYSTÈME D'ÉCLISSES POUR ASSEMBLER LES RAILS

PAR

M. DUMONT, mécanicien à Juvisy.

(PLANCHE 5, FIG. 10)

Avant de décrire la disposition toute particulière que M. Dumont a imaginée pour réunir les rails au moyen d'éclisses, nous croyons utile de donner quelques détails sur les différents modes d'assemblages employés jusqu'ici. A cet effet, nous extrayons d'un travail très-complet de M. C. Couche, ingénieur des mines, et publié dans les *Annales des Mines*, une partie des renseignements intéressants qui vont suivre.

Les éclisses ont été en Allemagne l'objet de nombreux essais, principalement sur les chemins de Hanovre, de Westphalie, etc. Leur fonction essentielle étant d'assurer la coïncidence exacte des extrémités des rails, il est nécessaire de les entretoiser assez près du joint. C'est ainsi qu'on a cru devoir remplacer les deux boulons intermédiaires, ordinairement employés, par un seul placé au joint même. Cette disposition a même été adoptée pour les nouvelles voies de Hanovre, à la suite d'observations comparatives très-prolongées. Elle ne s'est cependant pas répandue au dehors; une expérience faite sur le chemin de Berg, en Prusse, ne lui a pas été favorable, et, en Hanovre même, les ingénieurs sont loin d'être unanimes sur ses avantages.

Si l'on suppose l'encastrement sur chaque appui seulement même comme un état transitoire et périodique, il est peu logique d'affaiblir les éclisses au milieu, c'est-à-dire précisément dans la section de rupture de la portée, supposée partout également résistante. Le trou du boulon n'enlève, il est vrai, que du métal qui travaille peu ; mais cet affaiblissement serait plus grave si le boulon du milieu avait, comme cela devrait être, un diamètre plus fort que les deux extrêmes. Ces boulons ont tous trois $22^{mill.}6$ de diamètre et sont espacés d'axe en axe de $0^{m}157$. Le joint est complété par une plaque de fer de $0^{m}196$ de côté; 4 boulons saisissent la traverse, la plaque et le rail.

On a quelquefois, pour empêcher la chute des écrous, ajouté des contre-écrous

soit à tous les boulons, soit seulement à ceux ou à celui du milieu. Cette addition est probablement superflue; malgré les vibrations auxquelles ils sont soumis, les écrous ne sont sans doute que trop bien garantis contre tout risque de chute par la rouille qui ne tarde pas à les souder. C'est plutôt contre les obstacles que cette soudure opposerait au serrage qu'il importe de se mettre en garde, en empêchant le boulon de tourner avec l'écrou. Tel est l'objet de l'éclisse extérieure à rainure appliquée récemment à la consolidation des voies du chemin du Nord français.

On a essayé à diverses reprises de substituer aux boulons des rivets, mais il paraît que ceux-ci ne tardaient pas à se relâcher.

Forme des éclisses. — Les rails se prêtent très-bien, par leur forme, à l'assemblage bout à bout au moyen d'armatures. Ces moises, logées dans la gorge que forme le corps du rail, fléchissent avec celui-ci en vertu des pressions réparties, sur toute leur longueur, par les champignons supérieur et inférieur. Les boulons qui les entretoisent n'ont aucun effort transversal à subir; ce sont de simples tirants, que l'excès de diamètre des trous percés dans le rail préserve de toute pression appliquée par celui-ci.

La seule circonstance défavorable est l'inclinaison très-prononcée des bords des champignons; elle tend à la fois à fausser les éclisses et à exagérer la tension des boulons. Un bombement assez faible du profil transversal de l'éclisse atténue le premier inconvénient; mais toujours est-il que la résistance, à égalité de sections, serait beaucoup plus grande si les surfaces de contact du rail et de l'éclisse étaient horizontales.

Dans l'origine les éclisses s'appliquaient exactement sur le corps du rail. Cette forme était doublement vicieuse. D'une part, on ne pouvait pas toujours, même en serrant outre mesure les boulons, assurer le contact des éclisses et des champignons, contact qui est la condition essentielle. D'un autre côté, on était conduit ainsi à donner à l'éclisse un profil renflé au milieu, et par suite très-peu favorable à sa résistance transversale. On lui donne aujourd'hui une épaisseur constante, qui, avec ou sans bombement, laisse entre elle et le corps du rail un dégagement très-propre à garantir sa coïncidence exacte avec les bords du champignon.

Application des éclisses aux rails a champignon inférieur. — Tout en regardant le coussinet comme ayant fait son temps, sa combinaison avec les éclisses n'en a pas moins une grande importance actuelle pour les lignes en exploitation; il s'agit avant tout de tirer le meilleur parti possible de leurs voies, d'y introduire, sous le rapport de la sécurité, de l'économie d'entretien, toutes les améliorations qu'elles comportent.

Trois solutions se présentent pour l'application des éclisses aux rails à champignons :

1° Remplacement des coussinets de joints ordinaires par d'autres assez larges pour recevoir les éclisses et le coin;

2° Position du joint en porte-à-faux;

3° Emploi d'éclisses-cornières.

Premier mode. — Il a été appliqué d'abord à la ligne de Dusseldorf à Elberfeld, sur laquelle on a pu, grâce à l'addition des éclisses, prolonger de plusieurs années le service des rails à champignons inégaux, devenus beaucoup trop faibles pour le matériel roulant. Le coin en bois a été remplacé par une clavette en fer, afin de diminuer la largeur du coussinet.

Le coussinet au joint a été également conservé sur le chemin de Taunus; sa lar-

geur a permis d'y adapter un coin en bois. Les boulons des éclisses ont leurs têtes placées à l'intérieur et fraisées.

La position des têtes est assez indifférente sur un grand nombre de chemins allemands, parce que les traverses, affleurant le ballast, ont leur face supérieure à nu. Il n'en est pas de même en France, où l'on tient à enfouir les traverses et à araser le ballast, extérieurement à la voie, presque au niveau des coins ; il faut alors que les écrous soient placés à l'intérieur, pour être visibles et facilement accessibles.

Deuxième mode. — On ne trouve en Allemagne, parmi les cas, fort peu nombreux d'ailleurs, d'application des éclisses aux rails à coussinet, aucun exemple de la suppression du coussinet au joint, placé en porte-à-faux. Cette disposition est, au contraire, générale en Angleterre, ce qui suffit pour qu'elle tende à prévaloir en France.

C'est du reste sans discussion, et en quelque sorte tout naturellement, qu'on a adopté en Allemagne et en Angleterre ces deux solutions différentes du même problème. Les éclisses ont été appliquées d'abord à des voies déjà existantes. Pour le rail américain, tout se réduisait à poser les éclisses, sans rien changer à la position des supports ; il était tout simple de profiter de cette faculté. C'est aussi à certains égards la simplicité qui a conduit, en Angleterre, à placer en porte-à-faux le joint du rail à champignons, car on était dispensé ainsi d'ajouter des coussinets spéciaux ; il est vrai qu'il fallait, en revanche, modifier la répartition des traverses, opération coûteuse, mais du moins exempte des retards qu'entraîne souvent une fourniture de coussinets. Quelquefois aussi on a été conduit à une addition onéreuse, celle d'une nouvelle traverse. Ce cas s'est présenté récemment en France au chemin de fer du Nord, pour l'application des éclisses aux rails de 6 mètres, posés sur 7 traverses.

PRIX DE LA CONSOLIDATION AU CHEMIN DE FER DU NORD.

1 éclisse à rainure	4k64	
1 éclisse intérieure	4 84	
	9 48	
A 397 fr. 50 c. la tonne		3 fr. 768
4 boulons à rondelles pesant	1k 65	
A 650 fr.		1 072
		4 fr. 840 par joint,

soit, avec des rails de 6 mètres, 3,225 fr. par kilomètre de chemin à double voie.

Tel est le prix de l'application des éclisses à une voie neuve ; les usines livrent au même prix les rails percés ou non percés. Mais, s'il s'agit de consolider une voie existante, il faut ajouter la dépense de démontage et de remaniement complet de la voie et de forage des trous sur place. Cette dépense ne s'élève pas à moins de 1,800 fr. par kilomètre à deux voies, soit, en tout, plus de 5,000 fr., le nombre des traverses restant le même. On ferait donc un fort mauvais calcul si, en posant une voie, on ajournait à une autre époque la pose, adoptée en principe, des éclisses avec le joint en porte-à-faux.

Troisième mode. — L'idée de supprimer le coussinet de joint sans aucun remaniement des traverses, en donnant à l'éclisse elle-même, par l'addition d'une base assez large, la stabilité qui manque au rail, est assurément fort naturelle ; elle a été appliquée, dès l'année 1850, à une section du chemin de Westphalie. Deux flasques ou cornières en fer, boulonnées sur les rails, dont elles suivent exactement les con-

tours latéraux, se replient à angle droit sur la traverse, à laquelle chacune d'elles est fixée par deux boulons; elles pèsent 4k 68 la pièce. Il n'y a pas de plaque de joint; on a pensé qu'avec un mode de liaison qui supprime entièrement le claquement, et qui assure d'ailleurs à la surface d'appui une étendue considérable, le bois n'avait aucun besoin d'être protégé par une plaque métallique. Cet assemblage s'est, en effet, parfaitement comporté sous tous les rapports. Sa résistance à la rupture est, en outre, considérable ; il n'a cédé, dans les conditions déjà indiquées pour les autres, que sous une charge de 12,350 kil., environ moitié de la charge de rupture des rails. D'ailleurs les boulons seuls étaient rompus et les cornières à peine déjetées. Ce mode d'application des éclisses aux rails à champignon inférieur paraît, à tous égards, préférable aux deux précédents, et surtout au second, quand il s'agit de consolider une voie déjà posée.

Le nouveau système que nous allons décrire appartient au second mode d'attache que nous venons de passer en revue ; il est très-simple, facile à appliquer, et mérite, suivant nous, d'être pris en considération par les ingénieurs spéciaux qui s'occupent de l'installation des voies ferrées.

DESCRIPTION DE L'ÉCLISSE REPRÉSENTÉ FIG. 10, PL. 5.

Le système imaginé par M. Dumont, représenté en coupes longitudinale et horizontale fig. 10, et en section transversale fig. 3 et 4, consiste à ménager d'une part, à la fonte, dans l'intérieur du support proprement dit A, deux espèces de tétons ou de renflements *a*, qui sont espacés de la quantité qu'on juge nécessaire ; puis à percer, de l'autre, dans chaque bout de rail B, un trou oblong *b*, dont la dimension, dans le sens de la hauteur, est exactement égale à celle du téton, mais dont le sens longitudinal est un peu plus large, afin de permettre le jeu voulu pour les effets de dilatation et de contraction.

On voit déjà qu'il suffit, pour mettre les rails en place, de présenter chaque bout dans la moitié du support, qui est plus large, puis de serrer le coin de bois *c*, ainsi qu'on le fait pour les autres chaises intermédiaires.

Or il résulte de cette disposition que les rails sont ainsi parfaitement maintenus dans leur position respective, tout en obéissant au jeu de dilatation et de contraction produit par la chaleur ou le froid, et qu'ils ne peuvent dans aucun cas se déranger, ni jamais sortir de leur support, comme cela arrive avec les systèmes ordinaires.

Pour plus de sûreté, l'auteur propose de ménager, de même, à quelques supports intermédiaires, par exemple à celui correspondant au milieu de chaque rail, un goujon ou téton, en laissant également le jeu nécessaire.

Il est évident que les trous peuvent être pratiqués à chaud, à chaque rail, dans les forges mêmes, de sorte que le travail se réduit à la pose seulement, qui peut être faite par le premier ouvrier venu, et en quelques instants.

Les tétons peuvent aussi être fondus avec les supports, ou faits en fer et rapportés, si on le juge convenable.

MACHINES

A ESTAMPER ET A EMBOUTIR LES MÉTAUX

PAR

MM. KARCHER et WESTERMANN, de Metz

M. HÉTHÉRINGTON, de Birmingham

MM. GOMME et BEAUGRAND, de Paris

(PLANCHE 6)



Les machines que nous allons décrire ont principalement pour but l'emboutissage des pièces métalliques de grandes dimensions en remplacement des moutons, balanciers, bancs à étirer, etc., employés jusqu'ici, conjointement avec le travail manuel, afin d'obtenir des tubes sans soudures pour chaudières ou autres usages, des réservoirs de lampes, des boîtes cylindriques, des corps de petites pompes, des moules à chandelles et principalement des ustensiles de cuisine de toutes sortes.

L'emboutissage des petites pièces, telles que capsules métalliques pour le bouchage des vases, capsules d'armes à feu, porte-plumes, etc., est, comme on sait, loin d'offrir les mêmes difficultés que celui des grandes pièces que nous avons énumérées plus haut. Aussi depuis longtemps déjà est-on arrivé, pour ces dernières, à des résultats parfaits, tandis que, pour les premières, des difficultés sans nombre se sont présentées. La plus sérieuse est, sans contredit, le *plissage* du métal dans la matrice; et, comme l'atteste une série de brevets que nous avons consultés, un grand nombre de mécaniciens et de manufacturiers se sont occupés de chercher des procédés mécaniques pour remédier à cet inconvénient capital.

Nous pouvons signaler, en première ligne, MM. Japy fils, Palmer, Japy frères et Lalance, Karcher et Westermann, Héthérington, Rémond, et MM. Gomme et Beaugrand.

Pour mettre nos lecteurs au courant des différents procédés brevetés en faveur de ces messieurs, nous allons passer en revue, par ordre de date, leurs divers systèmes.

M. Japy fils, de Berne (Doubs), a fait la demande, le 7 mai 1842, d'un brevet de dix ans pour un procédé d'emboutissage au mouton. Dans ce brevet, l'inventeur décrit deux systèmes permettant d'atteindre le même but, c'est-à-dire l'emboutissage mécanique de coupes, plats, casseroles, soupières et autres objets analogues, de forme cylindrique. Ces deux systèmes n'en forment qu'un proprement dit; ce sont deux opérations analogues, l'une pour emboutir d'un seul coup les pièces peu profondes, l'autre pour compléter l'emboutissage de ces mêmes pièces et leur donner une plus grande profondeur.

Le premier procédé consiste dans l'application d'un appareil en fonte muni de coulisses sous lesquelles s'ajuste une bague en fer. Cette bague a pour mission de maintenir le disque de tôle qui doit être embouti. A cet effet, le disque est serré entre la bague et les coulisses au moyen de quatre secteurs munis de leviers pour les faire mouvoir; la pièce ainsi maintenue, le mouton, garni de son poinçon, tombe au centre de la bague et donne la profondeur voulue à la pièce à emboutir.

Le poinçon est d'un diamètre un peu moindre que celui du vide central de la bague, de sorte que la pièce sort conique, en raison de cette différence de diamètre.

Dans cette opération, le poinçon ne passe pas outre la bague; la pièce conserve alors un petit bord plat. Ce bord est relevé au tour ou en planant la pièce qui a été préalablement recuite.

Le second procédé consiste dans l'emploi d'un grand anneau ou matrice circulaire en fonte, fixé sur le sommier d'une presse. Dans cet anneau est cintrée convenablement, au moyen de vis, une bague conique en fonte. Dans cette bague est placée, après avoir été recuite, une pièce ou *coupe* déjà emboutie par la machine précédente; puis on introduit par-dessus une seconde bague également conique, et présentant un angle semblable à la première, et on serre le tout au moyen de quatre jumelles mues par des vis à l'extrémité desquelles sont de petits volants à main.

Les jumelles sont terminées, du côté opposé aux volants, par des plans inclinés qui viennent serrer la surface carrée du cône également muni de plans inclinés, mais en sens inverse de celui des jumelles.

La coupe ainsi maintenue, on laisse tomber le poinçon emboutisseur, qui traverse alors le cône et fait passer la coupe dans la partie cylindrique de la bague emboutissante. La hauteur de ce cône n'a que les deux tiers de celle de la bague, de sorte que le poinçon, comme dans le premier système, s'arrête lorsque la capsule est arrivée aux deux tiers de la bague, c'est-à-dire lorsque la casserole n'est plus en prise avec le cône. Il résulte de ce travail qu'il reste, à la pièce emboutie, un petit bord conique que l'on enlève au tour, en planant la pièce après l'avoir recuite.

Ainsi, au moyen du premier procédé, les plats, les coupes et autres articles analogues se font avec le mouton mécanique d'un seul coup et d'un seul recuit; et, au moyen du second, on obtient les casseroles en deux

coups et deux recuits. Les formes rondes, sphériques et particulières sont obtenues dans des matrices analogues ; mais ces dernières formes émanent des plats, des coupes et des casseroles.

Il résulte, de l'examen de ce brevet, que, ce qui distingue le mode d'emboutissage breveté en faveur de M. Japy fils, c'est le serrage de la pièce à emboutir au moyen de bagues. On remarque que, pour opérer ce serrage, les procédés employés sont plutôt manuels que mécaniques, ce qui les rend très-longs, puisqu'il faut entre chaque descente du poinçon le temps nécessaire au serrage et au desserrage de plusieurs vis et au placement et déplacement des bagues et de la pièce à emboutir. Nous verrons plus loin, en examinant les brevets de MM. Karcher et Westermann, Rémond, Héthérington et Gomme et Beaugrand, comment, en suivant la même idée et pour atteindre le même but (qui est, comme nous l'avons dit, d'obtenir les pièces sans plis), on est arrivé à maintenir la pièce en travail au moyen d'une plaque de serrage fonctionnant mécaniquement par la même transmission de mouvement qui actionne le piston emboutisseur.

Le second brevet que nous allons examiner est celui de M. Palmer, ingénieur-mécanicien à Paris, dont les intéressants travaux sur l'emboutissage et l'étirage des métaux ont été si justement récompensés, à l'Exposition universelle de 1855, par sa nomination au grade de chevalier de la Légion d'honneur.

M. Palmer s'est fait breveter en France le 25 novembre 1848 ; il a ajouté à cette première demande six certificats d'addition dont le dernier date du 13 mars 1852. Sans entrer dans de grands détails sur les perfectionnements et modifications successifs que l'auteur a fait subir à son système d'emboutissage, nous allons décrire le principe sur lequel il repose, ainsi que celui des machines spéciales qu'il a imaginées pour mettre son système en pratique.

Les balanciers en usage ont une course limitée qui ne permet pas de les utiliser à l'emboutissage des culots de grandes longueurs ; il en résulte qu'il y a non-seulement difficulté de travail, mais encore déchet pour soumettre les culots, ainsi emboutis, à l'action du banc à étirer.

C'est à la fois pour simplifier le travail et diminuer les déchets que l'auteur a combiné une machine qui, seule, remplace l'action du balancier et du banc à étirer. Cette machine peut être disposée de deux manières, horizontalement ou verticalement; dans le premier cas, elle sert plus particulièrement à emboutir les articles qui offrent une grande résistance, tels que tubes pour chaudières, réservoirs de lampes, corps de petites pompes, etc. ; dans le second, les objets de petites dimensions, tels que les porte-plumes, les cartouches, les coulants, les tubes rentrants pour lorgnettes et cannes, etc.

La machine horizontale se compose de deux plateaux extrêmes, disposés en regard sur un banc, et reliés par quatre tiges retenues invariablement par des écrous.

L'un des plateaux est traversé au centre par un écrou avec lequel fait corps une roue d'angle; cette roue engrène avec un pignon dont l'axe est actionné à bras ou par un moteur quelconque.

L'écrou est traversé par une longue vis qui peut se mouvoir dans le sens longitudinal, mais sans tourner, et qui reçoit à l'une de ses extrémités le mandrin en acier destiné à l'emboutissage.

La seconde traverse, celle qui se trouve du côté du mandrin, est garnie en son milieu d'une filière qui règle le diamètre variable de l'emboutissage.

Ainsi, on voit que la vis qui reçoit le mandrin ne tourne pas, mais s'avance longitudinalement par le fait de la rotation de l'écrou monté dans le premier plateau.

La machine ainsi disposée, on garnit le mandrin du culot à emboutir et on fait avancer la vis en actionnant son écrou comme il est dit plus haut; le mandrin, en avançant, refoule naturellement le culot et le force à passer à travers la filière.

Si la machine est destinée à l'opération entière de l'emboutissage, le disque primitif en métal ou flan destiné à la formation du tube est refoulé en culot sur cette machine, en procédant comme au balancier.

Après plusieurs passes dans des matrices coniques de moins en moins évasées et plus profondes, qui déterminent l'allongement successif du culot, ce dernier enchâsse le mandrin et passe alors à la filière pour être refoulé comme il a été expliqué plus haut; cette action se continue jusqu'à l'emboutissage complet du tube.

Le culot servant à former des tubes ou cylindres est recuit au fur et à mesure des passes pour lui faire regagner sa ductilité.

La seconde machine, décrite par l'auteur, pour l'emboutissage des objets de peu de résistance, se distingue par un système de rotation continue sans retour et sans débrayage. Ainsi, le va-et-vient du poinçon emboutisseur est déterminé par la rotation continue de l'arbre principal de la machine ; peu importe que la disposition soit verticale ou horizontale et qu'elle soit commandée manuellement ou par une transmission mécanique. On peut appliquer, en outre, à cette machine, un poseur mécanique, de sorte que le même ouvrier puisse soigner plusieurs machines à la fois.

Ce qui caractérise donc cette seconde disposition, c'est l'application nouvelle pour l'emboutissage d'un mouvement de rotation continue de la commande. Ce principe est réalisé par l'emploi comme intermédiaire, entre la commande et le poinçon, soit d'une manivelle et d'une bielle, soit d'un excentrique ou d'une courbe et d'un triangle ou levier, soit de tous agents équivalents employés, par exemple, dans les machines à mortaiser, à raboter, etc.

Pour emboutir, au moyen des machines décrites ci-dessus, des bouteilles ou des vases à rétrécissements, M. Palmer procède de la manière suivante : après avoir embouti un flan de cuivre, fer ou zinc, suivant une forme cylindrique d'une hauteur déterminée, il enchâsse ou saisit ce cy-

lindre vers son fond fermé, et soumet l'extrémité ouverte à un emboutissage opposé, qui rétrécit successivement le cylindre primitif et l'amène à la forme voulue ; pour cela, la filière ou matrice doit avoir la forme spéciale de l'objet embouti.

Dans cet état, la forme de la bouteille, résultant de deux emboutissages opposés, plisse à la rencontre du col et du ventre ; pour faire disparaître ce plissage, voici les moyens qui sont employés.

On introduit la bouteille dans un moule en plusieurs parties, dont la configuration intérieure a exactement la forme de la bouteille. Celle-ci, qui peut avoir du gauche, est obligée de se redresser lors de l'assemblage du moule. On monte ensuite ce moule sur le tour, et on introduit par le col de la bouteille un brunissoir d'une forme convenable, à l'aide duquel on redresse tous les plis formés par le double emboutissage.

Ce procédé n'est applicable que lorsque la dimension de la bouteille et de son col permet l'introduction du brunissoir; dans le cas contraire, l'auteur emploie la pression hydraulique; à cet effet, il encastre la bouteille dans le moule en plusieurs parties; et, dans cet état, il l'emplit d'eau et il la soumet à une forte pression au moyen de la presse, dont le conducteur communique avec le goulot.

Il résulte de cette pression, que l'on peut pousser aussi loin qu'il est nécessaire, que non-seulement les plis de la bouteille disparaissent, mais encore que le métal, fortement pressé contre les parois intérieures du moule, vient se loger dans toutes les cavités ornementales ou saillies dudit moule, pour produire un vase d'une configuration parfaite, uni ou illustré par des reliefs ou des creux.

M. Palmer décrit aussi, dans un des certificats d'addition à son brevet principal, le moyen d'obtenir, à l'aide de ses machines à emboutir, des tubes dont l'ouverture intérieure serait cylindrique et le diamètre extérieur conique, comme dans les canons de pistolets et de fusils.

Supposons qu'il s'agisse d'un canon de fusil d'une longueur de 60 centimètres : on emboutit le flan sur une longueur de 20 centimètres environ, à partir du culot ou tonnerre de canon, sur un mandrin cylindrique; puis on introduit un mandrin conique et on continue l'emboutissage jusqu'à une longueur de 50 centimètres environ; dans cette passe, le canon ne fait que s'affaisser dans la première partie emboutie et le reste s'allonge. Alors, pour terminer l'opération, on met à l'intérieur un mandrin cylindrique ayant le diamètre intérieur que doit avoir le canon et correspondant au diamètre minimum des précédents mandrins.

Dans cet état, on fait passer le canon, à partir du petit bout, entre deux cylindres à gorge excentrique, d'un diamètre de 25 centimètres environ, pour ramener l'ouverture intérieure cylindrique vers le tonnerre et compléter l'emboutissage.

L'auteur applique encore ses procédés mécaniques à la superposition ou recouvrement successif de tubes, soit de même épaisseur ou d'épais-

seur différente, de même métal ou non. S'il s'agit, par exemple, d'un canon de fusil, on emboutit séparément plusieurs culots métalliques, en les amenant à une même longueur, ou à des longueurs différentes et à des diamètres successifs ; on prend alors le tube qui doit former l'intérieur du canon, et on emboutit sur ce tube, servant de mandrin, un second tube qui doit l'envelopper sur tout ou partie de sa longueur. On procède de même pour un troisième, quatrième, cinquième tube, etc., ce qui donne un tube multiple chaussé et parfaitement adhérent sans soudure.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur les ingénieux procédés imaginés par M. Palmer. Nous croyons en avoir dit assez pour faire bien comprendre le principe sur lequel repose son système d'emboutissage et faire connaître les importants services qu'il a rendus à cette industrie.

Nous allons maintenant examiner le brevet pris par MM. Japy frères et Lalance, le 23 mai 1851, *pour des perfectionnements apportés à la fabrication des ustensiles de ménage en tôle ou autre métal.*

On sait que ces messieurs, dans les usines importantes dont ils sont propriétaires, s'occupent, en dehors de leur immense fabrication de mouvements d'horlogerie, de petite serrurerie et de quincaillerie, d'une industrie toute spéciale, appelée *casserie*, et qui a pour objet de confectionner, par *l'emboutissage*, une foule d'objets et d'ustensiles de cuisine. A diverses époques MM. Japy frères ont apporté, dans cette industrie, des améliorations importantes; celles qui font l'objet de la demande de brevet qui nous occupe consistent dans l'application d'un *marteau-pilon self-acting*.

Cette application constitue un travail par percussion bien différent, suivant eux, de celui du mouton, en ce que, dans ce dernier, on est forcément obligé de donner à la levée une très-grande hauteur et par suite une grande chute au poids, tandis que dans le marteau-pilon, au contraire, on peut rendre la levée, et par conséquent la chute, très-petite.

On rend donc ainsi la course un minimum et le poids emboutisseur un maximum, conditions importantes puisque, par cette application, on évite, dans les opérations, les rebuts qui avaient lieu souvent pour un grand nombre de pièces, et, ce qui est plus grave encore, les éclats ou les ruptures des matrices.

Ce résultat favorable est obtenu parce que les chocs sont notablement atténués par cette percussion modérée, qui s'approche, jusqu'à un certain point, de la pression proprement dite.

Ce système de marteau-pilon est appelé *self-acting* par ses inventeurs pour deux raisons : la première, parce que la machine dans laquelle il fonctionne *comprime* elle-même la *tôle* sur la *matrice*, au moment de l'emboutissage, afin d'empêcher la formation des plis croisés dans cette dernière opération; la seconde, parce que, par l'application d'un mécanisme fort simple qui fonctionne aussi par la machine même, la pièce emboutie est *chassée* en dehors de la matrice.

Ce système de marteau peut être mû directement par la vapeur, pour l'application spéciale dont nous parlons, ou bien peut être mis en mouvement par une transmission faisant marcher un excentrique pour relever le poids à chaque chute. Dans ce dernier cas, la course du pilon est alors rendue variable en exhaussant ou en abaissant l'enclume de la machine.

On peut aussi appliquer un débrayage que la machine fait fonctionner d'elle-même, et qui permet au besoin d'arrêter le pilon pour enlever la pièce emboutie.

A la date du 6 septembre 1851, M. Rémond, de Birmingham, a pris un brevet d'invention *pour des procédés de fabrication des canons et tubes mécaniques sans soudure.*

Ces procédés, qui ont beaucoup d'analogie avec ceux de M. Palmer, consistent à employer des matrices et des mandrins disposés pour réduire l'épaisseur du tube ; mais, au lieu de tirer le mandrin avec son tube à travers les matrices, on pousse avec force les mandrins en appliquant la pression par derrière ; et, afin d'y arriver avec succès, on donne d'abord au métal une forme convenable pour une telle fabrication, c'est-à-dire que l'on prend une plaque en métal recuit pour la soumettre à une série de passes successives.

La machine qui accomplit ce travail est horizontale ; le piston emboutisseur est monté, soit à l'extrémité de la tige d'un piston actionné par l'action directe de la vapeur et renfermé à cet effet dans un cylindre, soit par un mécanisme à vis mû par des engrenages. Dans ce cas, la machine fait un tube en allant et en revenant, c'est-à-dire que, lorsqu'un mandrin s'introduit entre les cylindres d'un laminoir qui remplace la filière de l'appareil précédent, un autre tube, opposé au premier, s'en dégage, et cela par le mouvement de la même vis de rappel, qui se relie à un système de châssis horizontal, dont les côtés extrêmes portent chacun son mandrin.

Le mouvement de rotation imprimé à la vis de rappel communique, par un système d'engrenage, avec celui qui est imprimé aux cylindres du laminoir, de telle sorte que, pendant le travail, il y a toujours le même rapport de vitesse entre la marche, l'avancement des mandrins et le développement à la circonférence des gorges des cylindres.

Ce rapport doit être nécessairement en correspondance avec l'allongement opposé que doit prendre le tube ou le canon, relativement à la longueur primitive de la bande métallique qui sert à le former.

MM. Guillemin et Minary ont pris un brevet, le 8 mars 1852, *pour une presse à emboutir.*

Cette machine a pour but l'emboutissage de la casserie en fer ou en cuivre et de toutes les autres matières pour lesquelles on a jusqu'ici employé le balancier à vis ; elle est fondée sur l'incompressibilité des liquides et la faculté qu'ils ont de pouvoir, sans se dénaturer ni s'altérer, transmettre de très-grandes pressions.

Elle a aussi, sur les autres organes mécaniques, le même avantage que

le balancier à vis, avantage consistant en ce que la pièce portant la matrice mobile n'a point un mouvement à point fixe qui produit plus ou moins de pression sur l'objet à emboutir, en raison de son épaisseur, mais ne fait, au contraire, que la pression qui aura été déterminée d'avance ; n'importe à quel point de la course, elle rencontre la pièce sur laquelle elle doit produire son effet.

Cette faculté met la machine à l'abri des cas de rupture et de toute irrégularité dans la fabrication.

C'est sur le principe posé ci-dessus que MM. Guillemin fils et Minary ont construit le marteau-pilon hydraulique à ressort d'air, que nous avons représenté planche 24 et décrit dans la 6e livraison du 10e volume de ce Recueil.

En continuant, par ordre de date, l'examen des brevets pris pour l'emboutissage des métaux, nous arrivons à la demande faite par MM. Karcher et Westermann, le 17 mars 1852, *pour une machine à emboutir la tôle.*

C'est cette machine que nous avons représentée en détail, par les fig. 1 à 4 de la pl. 6 ; nous en donnerons plus loin la description complète ; nous nous contenterons ici d'examiner le principe sur lequel elle repose. Ce principe est celui de l'emboutissage par pression, comme dans les machines de M. Palmer, tandis que, dans les systèmes de MM. Japy fils, Japy frères et Lalance, et Guillemin et Minary, l'emboutissage, comme on a pu voir, s'effectue par percussion. On retrouve aussi, dans le procédé de MM. Karcher et Westermann, la plaque de pression qui retient la pièce à emboutir par ses bords pendant le travail du poinçon. Cette plaque est actionnée par l'arbre principal de la machine, au moyen de cammes qui agissent conjointement avec l'excentrique commandant le piston emboutisseur, mais à des instants différents, de façon à maintenir la pièce durant tout le temps de la descente de ce poinçon dans la matrice et à la laisser libre pendant son ascension.

Le brevet qui vient immédiatement après la demande de MM. Karcher et Westerman est celui de M. Héthérington, en date du 25 septembre 1852. Ce brevet, dont M. Rémond, de Birmingham, est propriétaire, et auquel il a ajouté trois certificats d'addition, est un des plus complets et des plus étudiés que nous ayons examinés ; il a pour titre : *Perfectionnement dans les machines et appareils servant à estamper et emboutir les métaux et à leur donner diverses formes.*

Sur les dessins qui accompagnent la demande du brevet principal, la machine se compose, en principe, d'une matrice dont la partie supérieure est évasée de manière à recevoir une bague en forme de tronc de cône, et percée en son milieu pour laisser passer le poinçon emboutisseur.

On place sur la matrice l'objet à emboutir, découpé en forme de rondelle, puis au-dessus la bague et le poinçon, qui sont disposés de manière à correspondre exactement à l'ouverture de la matrice. On agit d'abord sur la bague, à l'aide d'une vis, d'un balancier, d'un mouton ou de toute

autre manière, cette bague s'enfonce alors, comprimant l'objet à emboutir entre elle et la matrice, et lui faisant prendre la forme d'un tronc de cône.

Aussitôt la bague enfoncée, le poinçon agit à son tour, et, venant presser sur le fond du tronc de cône que forme l'objet à emboutir, le fait glisser entre la bague et la matrice.

Il est bien entendu que, pendant que le poinçon agit, la pression qui a abaissé la bague continue toujours d'agir sur elle, moins forte cependant qu'au moment où elle enfonçait le métal, mais suffisante pour ne pas laisser d'espaces libres dans lesquels des plis pourraient se former, de sorte que la pièce à emboutir, pressée entre la bague et la matrice, ne peut se plisser et est obligée de se comprimer pour prendre la forme voulue, comme elle le ferait en passant dans une filière.

Ce système de bague conique offre l'avantage de permettre l'emboutissage des objets de grandes dimensions : il suffit pour cela de multiplier le nombre de bagues et de combiner ses mouvements pour les faire descendre successivement, chacune à leur tour, dans l'ordre voulu.

S'il s'agit, par exemple, d'une pièce de forme conique, telle que celle indiquée fig. 5 de la pl. 6, on peut employer quatre bagues : *a*, *b*, *c*, *d*. La dernière reçoit à son centre le piston emboutisseur A auquel on donne la forme que doit avoir la pièce emboutie.

La fig. 6 indique, en section verticale, la disposition d'une machine continue destinée à opérer, comme nous venons de l'expliquer, le double ou le triple emboutissage sans aucune interruption dans le travail.

Dans cette machine, le poinçon ou le mandrin proprement dit A est rapporté à l'extrémité inférieure de la forte tige B, qui reçoit son mouvement descensionnel de l'excentrique principal B′, fixé sur le milieu de l'arbre supérieur D, lequel tourne d'une manière continue et très-lentement. A cet effet, cet arbre est muni d'une grande roue d'engrenage E, commandée par le pignon F, fixé sur l'arbre moteur G. Ce dernier est, en outre, muni du volant H et des poulies fixe et folle P et P′, sur lesquelles on fait passer alternativement la courroie motrice, pour communiquer ou interrompre à volonté la marche de la machine.

Le mandrin ou poinçon A est enveloppé par la virole ou bague *d*, qui est aussi attachée à la partie inférieure de deux tiges parallèles, ou plutôt d'une douille verticale *d′*, sur laquelle agissent les deux excentriques D′ qui se trouvent de chaque côté du premier B′ et sont assujétis sur le même arbre.

Cette bague ou virole *d′* est elle-même entourée par celle extérieure *c*, assujétie à l'extrémité de la douille verticale *c′*, mue, de même que la précédente, par deux excentriques C′.

Pour que tout le système soit parfaitement guidé dans la marche rectiligne ascensionnelle ou descensionnelle, on a appliqué vers le milieu de la hauteur un large coussinet en bronze J, en deux pièces, retenues dans un

collier K, également en deux pièces, et fixé au bâti en fonte L qui supporte toutes les pièces de la machine.

Des ressorts à boudin *e* et *f* sont appliqués à l'intérieur et à l'extérieur des douilles cylindriques *c'* et *d'*, pour servir à les faire remonter quand elles ont été descendues par les excentriques.

L'emboutissage de la pièce s'effectue successivement; d'abord placée à plat sur la matrice *g*, elle reçoit une première pression de la bague extérieure *c*, puis, à son tour, descend la seconde bague *d* qui continue l'emboutissage, que complète enfin le poinçon A.

Les excentriques B', C' et D', comme l'indique la fig. 7, sont calés sur l'arbre principal, de façon à agir l'une après l'autre pour faire descendre successivement, dans l'ordre indiqué, chacune des bagues et enfin le poinçon. Pour retirer la pièce de la matrice dès qu'elle est emboutie, et que les viroles et le poinçon se trouvent dans la position la plus élevée, le fond de la matrice est garni d'un piston *h* qui peut se mouvoir de haut en bas et de bas en haut; il reçoit ce mouvement mécaniquement ou à la main, au moyen du levier à manche M. Ce levier a son centre d'oscillation au point *m* et est relié au piston *h* par une petite bielle *i*.

M. Rémond, dans un certificat d'addition au brevet que nous venons d'examiner, décrit une autre disposition de machine à emboutir, perfectionnée, reposant sur le même principe que la précédente.

Cette machine, dont nous allons expliquer succinctement le mode d'action à l'aide de la section verticale, fig. 8, et du détail, fig. 9, a été donnée d'une façon plus complète dans le 12e volume de notre journal *le Génie industriel;* elle diffère principalement de celle que nous venons de décrire par son système d'emboutissage mixte, c'est-à-dire qui tient à la fois de la pression et de la percussion, tandis que dans la première machine la pression seule est employée.

On peut voir, par la fig. 8, que le poinçon ou mandrin A est rapporté à l'extrémité inférieure d'une sorte de marteau B, qui peut se mouvoir verticalement dans des coulisses. Le poids de ce marteau est rendu plus ou moins considérable à volonté, suivant que les objets à emboutir nécessitent une pression plus ou moins forte, au moyen d'un mode de suspension à contre-poids, non indiqué sur le dessin.

Le marteau est relevé par la camme B', fixée sur l'arbre horizontal D. Cet arbre reçoit le mouvement du moteur par l'intermédiaire d'une roue et d'un pignon claveté sur un arbre G, placé sur le côté du bâti en fonte L, exactement dans les mêmes conditions que dans la machine représentée fig. 6.

L'arbre horizontal D porte aussi deux cames C' qui agissent dans l'intérieur des pièces courbes en fer *d* reliées à la plaque de pression *c*, au moyen de quatre tiges verticales *c* et des plaques *d'* munies de galets c^2.

L'arbre D est animé d'un mouvement de rotation très-lent dans le sens de la flèche, de sorte que la camme B' en agissant sur le galet *b'* soulève le

marteau muni du poinçon emboutisseur A. On profite de ce mouvement ascensionnel pour placer la pièce à emboutir sur la matrice *g* comme l'indique la fig. 9.

Quand ce marteau est à une petite distance du sommet de sa course, un peu avant que le galet *b* n'échappe la pointe *x* de la camme principale B', les cammes auxiliaires C' appuient sur les pièces courbes *d*, d'un côté, et sur les galets c^2, de l'autre, et par ce moyen forcent ces galets à descendre et avec eux la plaque de pression *c* qui vient alors serrer et maintenir fortement la plaque à emboutir.

A cet instant la pointe *x* de la camme B' abandonne le galet *b'* fixé au marteau; celui-ci n'étant plus soutenu, tombe, frappe et emboutit la plaque de métal *a* placée sur la matrice *g*.

Immédiatement après cette opération, les cammes C' abandonnent les galets c^2 et pressent sur les pièces *d*, qui relèvent la plaque de pression *c*. Pendant ce temps, le marteau a lui-même été relevé, ce qui permet au piston *h*, soulevé à l'aide d'un agent mécanique quelconque, de chasser de la matrice la pièce emboutie.

Cette machine est destinée à l'emboutissage des objets de grandes dimensions; pour les petites pièces, telles que les capsules par exemple, l'auteur a combiné sur le même principe de petites machines qui lui permettent d'emboutir avec du métal extrêmement mince. Seulement, pour arriver à un parfait résultat et pouvoir frapper vingt à vingt-cinq capsules par minute, il chauffe la matrice ainsi que la plaque de pression environ au degré de l'eau bouillante, température qui permet au métal de s'étirer facilement sans plis et sans ondulations.

Sous ce titre : *Système de chaudronnerie mécanique*, MM. Gomme et Beaugrand ont pris un brevet le 30 août 1855. Ce système comporte plusieurs modes ou moyens d'opérer; l'un de ces moyens a pour but l'emboutissage des pièces pendant que leur bord ou leur contour se trouve pris entre deux bagues à surfaces cannelées ou lisses.

Un autre moyen consiste à emboutir le métal avec un poinçon dans un moule dont la forme permet, à peu de chose près, l'exécution des pièces terminées. Ou bien, en considérant ce dernier travail comme préparatoire on termine les pièces de formes spéciales, sur le tour, à l'aide de galets ou molettes qui agissent comme brunissoirs et que l'on manœuvre à la main ou par un chariot.

Le premier moyen, se rapporte beaucoup, en principe, à celui de M. Hethérington ; mais la disposition mécanique est bien différente comme on peut s'en convaincre en examinant la fig. 10 qui représente la machine, partie en section verticale et partie extérieurement.

Cette machine se compose d'une cage L fondue avec un cylindre L', dans lequel peut se mouvoir un piston P donnant le mouvement au poinçon emboutisseur A.

Une sorte d'enclume K placée au centre de la cage, au dessus du cy-

lindre, reçoit, à poste fixe, un anneau *g* dont l'ouverture centrale peut laisser passer librement le poinçon emboutisseur.

Un second anneau *c* est fixé à une caisse N, mobile dans deux glissières *n* rapportés à l'intérieur de la cage ou bâti de la machine. Cette seconde bague est maintenue en pression sur la première au moyen du plateau N', actionné par une vis O à un ou plusieurs filets.

Les bagues *g* et *c*, comme l'indiquent la coupe verticale et le plan fig. 11, sont composées d'une partie cylindrique et d'une partie conique; cette dernière est légèrement taillée en cannelures, disposées suivant les génératrices du cône, afin de maintenir la pièce en métal, que l'on place entre ces deux bagues, d'une façon beaucoup plus sûre que si les surfaces étaient lisses.

Le piston P, actionné par une pompe comme dans les presses hydrauliques, mais qui pourrait être disposé, ainsi que le cylindre, pour fonctionner au moyen de la vapeur, donne le mouvement au piston emboutisseur A, quand la pièce à emboutir est serrée convenablement entre les deux bagues comme il est indiqué plus haut.

On remarque que le piston P est percé dans toute sa longueur pour laisser un libre passage à la tige *i*; cette tige porte à sa partie supérieure un petit plateau *h* qui reste fixe et qui maintient la pièce emboutie, lorsque le poinçon et le piston redescendent.

Pour travailler des pièces d'une forte épaisseur, les auteurs proposent la disposition représentée fig. 12; dans ce cas la bague *c* et la matrice *g* ne maintiennent plus la plaque à emboutir *a* au moyen de surfaces cannelées, mais bien avec des surfaces unies. On voit, en outre, par cette figure que, en plus du poinçon emboutisseur A, on a ajouté une bague emboutisseuse *d* qui peut se mouvoir avec ou indépendamment du poinçon, suivant les besoins du travail.

Le second moyen indiqué par MM. Gomme et Beaugrand pour emboutir le métal, à l'aide de poinçon dans des moules de formes diverses, est très-limité dans ses applications; aussi emploient-ils, pour terminer les pièces, des brunissoirs, des molettes de friction mus à la main ou mécaniquement pour allonger le métal et augmenter la profondeur des pièces auxquelles on veut donner plus d'épaisseur au fond que sur les bords.

Nous allons compléter cet article sur l'emboutissage des métaux par une description complète de la machine de MM. Karcher et Westermann, dont nous n'avons fait qu'exposer le principe plus haut.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A EMBOUTIR DE MM. KARCHER ET WESTERMANN REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 1, 2, 3 ET 4.

La fig. 1 est une vue de face extérieure de la machine toute montée et fonctionnant;

La fig. 2 en est une vue de côté;

La fig. 3 est un plan ou section horizontale, faite à la hauteur de la ligne 1-2 de la fig. 2;

La fig. 4, une section verticale faite perpendiculairement à la figure 1, suivant la ligne 3-4;

On peut voir, à l'aide de ces différentes projections, que cette machine est construite d'une façon très-simple et très-économique; elle est montée sur un cadre en bois M, composé de quatre fortes charpentes solidement assemblées, qui forment le bâti fixe de l'appareil. Sur ce bâti sont montées quatre colonnes en fonte *l*, réunies par une forte plaque de même métal L, fondue avec les quatre supports ou chaises L′; ces chaises reçoivent, dans leurs coussinets, l'arbre principal D sur lequel sont fixés l'excentrique B′, qui actionne le piston emboutisseur A, et les deux cammes *c′*, qui commandent la plaque de pression *c*.

Sur ce bâti M sont encore fixés quatre supports *h* et *i*; les deux premiers reçoivent dans leurs coussinets l'arbre horizontal H, et les deux seconds, l'arbre de commande G soutenu en sus par un fort palier en fonte N, fixé sur le même massif en maçonnerie qui supporte le bâti de la machine.

Cet arbre G reçoit, sur la partie qui se trouve au dehors des deux paliers *i*, le volant H et les deux poulies P et P′; l'une fixe, pour communiquer le mouvement que la courroie venant du moteur lui transmet; l'autre folle, qui tourne librement sur l'arbre sans l'entraîner dans sa rotation et sur laquelle on fait passer la courroie pour arrêter la marche de la machine.

L'arbre G est en outre muni d'un pignon *k* qui engrène avec une roue K calée sur l'arbre H. Ce pignon transmet donc, par ce moyen, un mouvement ralenti de rotation continue à l'arbre H, et celui-ci, encore plus lentement, à l'arbre principal D par l'intermédiaire du pignon *q* et de la roue Q fixée sur ce dernier.

Sur la plaque L est placée la matrice *g*, que l'on change à volonté suivant la forme que doit avoir la pièce à emboutir.

Au centre de cette matrice se meut le piston emboutisseur A, assemblé à la traverse B. Cette traverse est réunie à une autre traverse B^2 par deux fortes tringles *b*, dont le mouvement rectiligne de va-et-vient est guidé par quatre gallets *n* et *n′*; les deux premiers sont fixés à la plaque L et les deux seconds aux charpentes M.

Le mouvement est communiqué à ce châssis et par suite au poinçon, au moyen de l'excentrique circulaire B′, dont la bague est reliée par le tirant *b′* à la traverse inférieure B^2.

La plaque de pression *c* est percée, au milieu, d'une ouverture circulaire pour le passage du poinçon emboutisseur; elle est reliée à deux traverses *c′*, par quatre tiges verticales *p* de façon à former une sorte de double châssis que commandent les deux cammes C et C′. A cet effet, ces cammes agissent sur la partie horizontale des traverses *c′* pour faire descendre la plaque de pression et maintenir en serrage la pièce à emboutir, pendant le travail du poinçon A.

Pour remonter la plaque de pression, un système de suspension à contre-poids, non indiqué sur le dessin, est disposé sur l'un des cotés de la machine.

La partie du contour des cammes C et C′, comprise entre x et x', est un arc de cercle dont le centre se trouve être le centre de l'arbre D; la ligne courbe comprise entre les deux points y et y', forme aussi une partie de cercle ayant le même centre, mais avec un rayon beaucoup plus petit.

Les lignes x, y et x', y' sont des courbes irrégulières se rapprochant continuellement du centre jusqu'aux points où elles aboutissent à la petite partie de cercle y, y'.

Il résulte de la forme particulière de ces cammes que, pendant le premier quart de la révolution de l'arbre D, lorsque c'est la portion des courbes y, x qui glissent sur les traverses, celles-ci descendent en ligne droite d'une hauteur égale à la différence qui existe entre le grand rayon du cercle x, x' et celui du petit y, y' ; puis, durant le second quart de la révolution, lorsque ce sont les arcs de cercle x, x' qui agissent, les traverses c' restent immobiles en raison du rayon constant de la courbe. Ces traverses maintiennent par conséquent en pression la pièce à emboutir a sur la matrice g, au moyen de la plaque de serrage c (fig. 4) reliée aux traverses par les tringles p.

Pendant les deux derniers quarts de la révolution de l'arbre D, la diminution du rayon de la ligne courbe glissante permet l'ascension du châssis de serrage qui est produit, comme nous l'avons dit, par un contre-poids.

L'excentrique circulaire B′ est calé sur l'arbre D, par rapport aux cammes C et C′, de façon à ce que, d'une part, aussitôt que celles-ci ont fait descendre la plaque de pression, le châssis B, B′, après lequel est vissé le poinçon emboutisseur A, commence à descendre, et, d'autre part, pendant le quart de révolution où cette plaque reste en serrage, le piston peut descendre au plus bas de sa course; alors ce piston est entré dans la matrice et a exécuté la pression nécessaire à l'emboutissage. C'est cette position extrême que représentent les fig. 1, 2 et 4.

Dans la transmission de mouvement des deux châssis mobiles, l'un se relie à la plaque de pression, l'autre au piston emboutisseur; il existe cette différence entre le mouvement ascendant et celui descendant, c'est que, pendant le dernier, chaque châssis descend suivant l'impulsion particulière qui lui est imprimée par son ou ses excentriques; tandis que durant le mouvement ascendant le châssis de serrage ne peut monter plus vite que le châssis du piston, parce que la plaque c butte contre la traverse B et, par conséquent, ne peut que la suivre dans sa marche ascensionnelle.

MACHINES A PEIGNER

LE LIN LONG ET LE CHANVRE COUPÉ

Perfectionnées et construites par **M. J. WARD**

MÉCANICIEN A MOULINS-LILLE (NORD)

(PLANCHES 7, 8 ET 9)



Nous avons déjà publié, dans plusieurs volumes de ce Recueil, diverses machines à peigner le lin et le chanvre, en montrant, pour chacune, les particularités qui les caractérisent, les conditions qu'elles remplissent ainsi que le mécanisme spécial qui les compose. Sachant tout l'intérêt que ce genre de machine présente dans l'industrie des chanvres et des lins, par les services importants qu'elles sont susceptibles de rendre aux filateurs, nous cherchons, autant que possible, à mettre nos lecteurs au courant des progrès qu'elles font chaque jour : aussi sommes-nous heureux de pouvoir leur donner avec détails aujourd'hui les nouvelles peigneuses mécaniques construites par M. J. Ward, de Lille, peigneuses que nous avons vues fonctionner à la belle filature de Saint-Martin-lès-Riom, et que nous avons pu relever, grâce à l'obligeance accoutumée de M. A. Brière, qui a bien voulu nous communiquer, à ce sujet, les documents pratiques les plus complets et les plus précis.

L'établissement de Saint-Martin, fondé en 1847 par M. Edouard Albert pour marcher sur une grande échelle (1), comprend une série de machines à peigner, dont le plus grand nombre est semblable à celle représentée sur les pl. 7 et 8, et les autres, plus récentes, sont construites comme nous l'indiquons pl. 9. Les premières sont à quatre séries de peignes sur le même tablier sans fin et reçoivent, par suite, quatre pinces qui fonctionnent simultanément; le dernier système comprend six séries de peignes et permet à autant de pinces de travailler en même temps. Cette

(1) Si cette filature avait pu être achevée avant 1848, on y aurait, d'après l'auteur du projet, vu fonctionner 15 à 16 mille broches avec les préparations nécessaires. Les bâtiments construits permettent déjà d'en placer plus de la moitié. Les magasins pour les matières premières et les marchandises fabriquées, de même que les bâtiments spéciaux pour la peignerie et la maillerie sont très-considérables, et peuvent en effet suffire à un tel nombre.

disposition présente l'avantage de mieux diviser le peignage, en attaquant moins à la fois les fibres de la matière filamenteuse, de faire par conséquent un travail plus régulier, de produire plus de rendement en longs brins et moins d'étoupes.

Ces peigneuses sont du système dit à *table plate* ou à chaîne sans fin, mais inclinées à 30 ou 32 degrés, au lieu d'être horizontales comme on les établissait dans l'origine. Nous devons faire remarquer que cette inclinaison des peignes, attribuée en principe à M. Marsden, qui, comme on sait, s'est beaucoup occupé de cette branche d'industrie, et a su y apporter successivement des améliorations utiles (1), a été regardée comme un véritable progrès dans l'opération importante et délicate du peignage mécanique, en ce qu'elle diminue sensiblement l'angle de courbure des fibres qui se présentent à l'action des peignes. Dans les peigneuses plates horizontales, cet angle de courbure étant à peu près droit, la matière filamenteuse se roidissait sur les peignes, la rupture des fibres qui en résultait occasionnait une réduction dans le rendement de la filasse ou du long brin, produisait plus d'étoupes et augmentait par suite le prix de revient de la matière peignée. Cet inconvénient est considérablement atténué par la table inclinée.

La peigneuse de M. Ward ne se distingue pas seulement sous le rapport de l'inclinaison des peignes sans fin, mais encore par l'heureuse disposition des pinces qui leur apportent les poignées de matières à peigner. On a vu que, dans la plupart des peigneuses mécaniques, les pinces sont chassées l'une par l'autre, la dernière introduite à l'entrée de la machine, recevant elle seule le mouvement de translation qu'elle communique aux précédentes; il en résulte que si l'ouvrier est en retard pour placer sa pince chargée, toutes les autres restent sur leur série de peignes respectifs, qui continuent à travailler inutilement la matière déjà suffisamment peignée, et la faute de l'ouvrier échappe à l'attention du surveillant; de sorte que la machine, tout en ne produisant pas la quantité de travail voulue, donne un peignage irrégulier, diminue son rendement en filasse et augmente son déchet.

Il n'en est pas de même avec le système de machine que nous allons décrire; elle repose sur un principe beaucoup plus rationnel : chaque pince est indépendante de ses voisines; transportées sur les séries de peignes isolément, elles ne peuvent jamais rétrograder. Aussi, dès que l'ouvrier est en retard pour introduire sa pince à l'entrée, comme les précédentes n'en continuent pas moins leur marche, on s'aperçoit immédiatement de l'espace vide. Les jeunes gens qui desservent l'appareil sont tellement actifs et réguliers dans ce service que nous n'avons pu, pendant plusieurs heures consécutives, en surprendre un seul en défaut.

Mais ce qui fait surtout la supériorité de cette peigneuse mécanique sur

(1) Cet habile mécanicien a, le premier, appliqué, sur une peigneuse plate inclinée, son mécanisme de mouvement des pinces que nous avons décrit dans le 8e vol., pl. 38.

toutes celles analogues à table plate, c'est la disposition du mécanisme appliqué aux pinces, pour les faire pivoter sur elles-mêmes d'un demi-tour, de façon à ce que la poignée de lin ou de chanvre dont elles sont chargées puisse être peignée des deux côtés par la même série de peignes, avant de passer sur les séries suivantes, condition essentielle qui a le mérite de réduire de près de moitié la largeur du tablier pour le même nombre de pinces en travail, et, par suite, de diminuer notablement les vibrations des bassettes et des peignes, tout en facilitant la constitution de la machine. On sait en effet que la grande largeur que l'on était dans l'obligation de donner au tablier des peigneuses plates, horizontales ou inclinées, a toujours été un obstacle, dans la pratique, à la bonne exécution de ces machines.

Lorsqu'on s'occupe avec intérêt de tout ce qui touche à l'industrie, on ne peut s'empêcher d'exprimer son admiration en voyant fonctionner de telles machines, qui, par la combinaison de leurs organes mobiles, travaillent avec une si parfaite régularité qu'on serait tenté de leur attribuer une certaine dose d'intelligence. Ainsi, pendant que les peignes, qui forment une chaîne sans fin, marchent en se suivant avec une rapidité extrême, les pinces chargées de lin ou de chanvre présentent successivement à chacune de ces couches de filaments, tantôt sur une face et tantôt sur l'autre, en changeant de place à des moments donnés et en faisant à chaque fois une demi-révolution sur elles-mêmes, mais en ayant soin pour cela de se soulever d'une certaine quantité au-dessus de la table des peignes. Pour bien décrire une telle machine dans toutes ses parties, il faut, comme nous l'avons fait, la voir marcher pendant quelque temps, suivre les mouvements de chaque organe et reconnaître leurs fonctions particulières.

On comprendra bien, du reste, nous l'espérons, ces divers mouvements, lorsqu'on aura lu avec quelque attention la description générale que nous en donnons ci-après.

Nous commençons par la peigneuse à quatre séries de peignes, que nous avons dessinée d'une manière complète; nous montrerons ensuite les particularités de la peigneuse à six séries qui, construite sur les mêmes principes que la première, n'exigera pas les mêmes développements.

DESCRIPTION GÉNÉRALE DE LA PEIGNEUSE MÉCANIQUE A QUATRE SÉRIES DE PEIGNES REPRÉSENTÉE SUR LES FIGURES DES PL. 7 ET 8.

La fig. 1 de la pl. 7 est une vue par bout, en tête de la machine, du côté des engrenages qui commandent les excentriques à l'aide desquels fonctionnent les pinces.

La fig. 2 représente une vue de face, sur le devant des quatre séries de peignes sans fin.

La fig. 3 de la pl. 8 est une seconde vue longitudinale, faite par der-

rière, pour montrer les excentriques et les balanciers qui font mouvoir les pinces. Cette figure n'a pu être indiquée dans toute sa longueur, comme la précédente, mais la cote $1^{m}81$ montre la distance qui doit exister entre les bâtis.

La fig. 4 est une seconde vue par bout, du côté du mouvement de la brosse.

La fig. 5 est une section transversale faite vers le milieu de la machine, suivant la ligne 1-2.

Et la fig. 6, pl. 7, un fragment de coupe verticale par l'axe des excentriques, suivant la ligne 3-4 de la fig. 1.

Ces diverses figures sont dessinées à l'échelle de 1/15e d'exécution ou $0^{m}067$ par mètre.

Les figures suivantes, qui sont à une échelle plus grande, montrent les détails des pièces principales que nous aurons à décrire à leur place respective.

Cette machine comprend plusieurs parties distinctes que nous aurons successivement à examiner, savoir :

1° Le tablier oblique et sans fin, qui porte les séries de peignes continus, de différentes dentures, pour effectuer le peignage graduellement ;

2° Le mécanisme des pinces qui reçoit plusieurs mouvements, soit pour transporter chaque pince chargée de matières filamenteuses d'une série de peignes à l'autre, soit pour les élever au-dessus de ceux-ci, soit encore pour faire tourner les pinces sur elles-mêmes, afin de présenter les couches de lin ou de chanvre, à chaque série de dentures, tantôt sur une face et tantôt sur l'autre ;

3° La brosse plate à mouvement mixtiligne, qui est particulièrement destinée à faire pénétrer la matière dans la dernière série de peignes dont la denture est beaucoup plus fixe et plus serrée que celle des précédentes ;

4° L'appareil dit de sûreté, à l'aide duquel s'opère au besoin le débrayage de la commande principale, lorsque, par une circonstance quelconque, il se présente un obstacle susceptible d'opposer une résistance et, par suite, de rompre quelque partie de la machine ;

5° La construction spéciale des pinces et les tables de service sur lesquelles on les charge de matières propres à être peignées.

Du tablier et des peignes. — L'arbre principal en fer A de la machine porte, d'un bout, la poulie fixe B, qui est accompagnée de la poulie folle B′, afin de recevoir son mouvement de rotation continu du moteur même de l'usine (1), et, de l'autre, le pignon droit C, qui peut se changer au besoin pour diminuer ou augmenter le peignage.

(1) A Saint-Martin, tout le matériel de la filature et des préparations est mis en activité par deux machines à vapeur accouplées, du système Woolf, à deux cylindres et à balancier, et par une roue hydraulique à augets, particulièrement destinée à faire mouvoir les peigneuses et les cardes à étoupes. L'emplacement est ménagé pour recevoir encore deux fortes machines à vapeur qui pourraient également se relier aux premières, ou marcher concurremment.

Cet arbre porte aussi, dans l'intérieur de l'appareil, deux roues droites et parallèles D, à dentelures carrées, dans lesquelles s'engrènent alternativement les barrettes en fer (fig. 5), destinées à entraîner le tablier en cuir sans fin *a* qui porte les quatre séries de peignes *b*. Ceux-ci sont montés sur des règles en bois *c*, assujéties à chaque extrémité sur les barrettes E par des vis à tête, qui servent en même temps à relier le cuir sans fin à ces dernières et à y fixer les équerres à coulisse en fonte *d* (fig. 7), lesquelles ont pour but de guider, en limitant leur course, les petites lames minces *e* en bois de noyer, disposées de façon à déterminer la saillie des dents ou des aiguilles de chaque peigne dans l'épaisseur de la couche de matière textile.

Ce tablier sans fin, ainsi composé de cuir, des barrettes, des peignes et des lames mobiles, forme la *peigneuse* proprement dite, travaillant par toute sa surface droite supérieure ; il est soutenu vers le haut par un cylindre ou rouleau D′ qui lui sert de *tendeur*, et dont l'axe A′, tournant librement sur des coussinets rapportés aux bâtis extérieurs en fonte A^2, est placé, par rapport à l'arbre principal, sur un plan incliné qui forme un angle de 32 degrés avec le plan horizontal; de cette sorte, la partie supérieure du tablier, et par conséquent la surface travaillante des peignes marchant exactement dans toute la partie existante entre les deux arbres, suivant un plan parallèle, forme naturellement un angle de

$$90^\circ - 32^\circ = 58^\circ$$

avec la surface verticale passant par le milieu des pinces qui portent la matière filamenteuse. Il en résulte que celle-ci, en se couchant sur les peignes, se courbe sensiblement moins que lorsque le tablier est horizontal, comme cela existe dans les anciennes machines dites *peigneuses plates,* où la table forme alors un angle droit avec le plan des pinces. Nous avons dit que cette inclinaison est très-favorable au peignage, en ce qu'elle permet d'obtenir plus de rendement en longs brins et de produire moins d'étoupes.

Les barrettes E, qui, dans la rotation des roues dentelées D, marchent parallèlement à elles-mêmes suivant la direction des flèches (fig. 5,) s'appuient par leurs extrémités sur deux joues en fonte E′ (fig. 1), bien dressées à leur bord supérieur incliné afin de les maintenir de manière à forcer le tablier et les peignes à rester, pendant le travail qui a lieu entre les deux axes A et A′ sur une surface parfaitement plane. Ces joues sont fixées par des boulons au côté intérieur des bâtis de fonte A^2.

DU MÉCANISME DES PIÈCES. — Le pignon de rechange C transmet son mouvement continu à une roue intermédiaire F de soixante dents (fig. 1), avec laquelle fait corps un pignon *f* de vingt-cinq dents qui engrène avec une autre roue intermédiaire, mais plus grande, F′ de cent cinq dents. L'axe de cette dernière porte un très-petit pignon *f′* qui n'a que seize dents et qui commande la grande roue principale G, rapportée à l'extrémité de l'arbre de couche *g* des excentriques.

Sur les quatre bras de cette roue G sont ménagées des oreilles auxquelles on a fixé par des vis l'excentrique à quatre cammes H dont l'objet principal est de faire mouvoir le levier fourchu en fonte I, lequel peut osciller sur le point d'appui *h* à l'extrémité de sa branche inférieure, tandis qu'un galet *i* porté par sa branche supérieure *h'* se trouve successivement en contact avec la courbure extérieure des quatre cammes; de telle sorte que, dans la rotation de l'excentrique, sa branche droite h^2 est forcée de s'abaisser en entraînant le levier supérieur J, auquel il est relié par la tringle verticale K. Dans ce mouvement descensionnel, le *chariot* horizontal L qui porte les pinces chargées de matière textile, se trouve soulevé au-dessus du sommet des peignes.

Lorsque tout le système marche bien parallèlement, en montant comme en descendant, le levier J est porté par l'axe transversal *j* qui se prolonge sur toute la longueur de la machine, afin de recevoir un autre levier semblable J'. Les branches de chacun des deux leviers J, J' ne sont pas situées dans un même plan vertical; l'une, qui doit porter le chariot, se trouve à l'intérieur des bâtis, l'autre est recourbée en dehors pour recevoir les contrepoids en fonte *jj'*, destinés à équilibrer le poids du chariot et de leurs pinces. Ces bras sont munis d'une vis à écrou j^2 qui à chaque ascension vient butter contre les supports en fonte K', afin de limiter l'abaissement du chariot et d'éviter par suite que les pinces ne s'approchent trop près des peignes. On a le soin pour cela de régler à l'avance la saillie que les vis doivent avoir sur les deux leviers et en même temps la position des deux supports K', dont les boulons peuvent glisser dans des entailles allongées, ménagées au sommet des bâtis.

Le chariot porte-pince se compose d'une boîte en fonte L portant à ses extrémités deux oreilles *l* (fig. 8 et 9, pl. 7) qui servent à la relier, d'une part aux branches *k* des leviers J et J', et de l'autre aux liens mobiles en fer méplat M dont la tête est à coulisse, afin de s'attacher aux petits balanciers de fonte N.

Dans l'intérieur de la boîte sont logés quatre petits pignons droits O, qui engrènent chacun avec les crémaillères dentées O' rendues solidaires par une seule et même tringle placée de champ. Ces pignons sont fendus à la base inférieure de leur moyeu, renflé suivant une entaille rectangulaire (fig. 10), afin de recevoir la tête des pinces P (fig. 11), qui reçoivent les matières textiles à peigner, et les faire tourner dans leur passage, sur les deux tringles horizontales et méplates Q. Ces tringles qui forment une sorte de chemin de fer, sont fixées par des vis au-dessous de deux nervures longitudinales fondues avec la boîte L.

On remarquera que pour rendre le passage entièrement libre, les pignons O sont ajustés tous sur des goujons à embase *m* fixés au centre des traverses en fer *n*, lesquelles sont visées à demeure sur les joues latérales de la boîte (voir fig. 10 *bis*).

Celle-ci est encore munie de deux oreilles à tête de compas, dont l'une R

s'assemble par articulations à la partie supérieure du balancier vertical en fonte S (fig. 3), et l'autre R′ s'assemble de même à celle d'un second balancier analogue S′.

Le premier de ces deux balanciers sert à faire mouvoir la crémaillère qui commande les pignons droits O ; afin d'imprimer aux pinces une demi-rotation, pour que la matière textile qu'elles portent soit peignée alternativement des deux côtés sur chaque série de peignes, il se termine, à sa partie inférieure par un galet *r* qui fonctionne au moyen de la camme cylindrique à gorge T fixée sur l'arbre des excentriques *g*.

Le second balancier est destiné à communiquer aux pinces un mouvement de translation pour les faire passer successivement d'une série de peignes à l'autre. A cet effet, le constructeur a disposé dans l'intérieur de la coulisse longitudinale Q une crémaillère à rochets en fer méplat U (fig. 12 et 13, pl. 8), à laquelle est ménagée une oreille percée *o* pour se relier par l'espèce de toc *o′* vers le milieu de la règle à coulisse *p*, fixée elle-même à la tête de compas R′.

Ce balancier, terminé à sa base comme le premier par un galet *s*, reçoit aussi un mouvement alternatif, mais plus étendu, d'une camme cylindrique à gorge T′ également fixée sur l'arbre des excentriques *g*.

Avant d'entrer plus loin dans les détails de construction de cette machine, nous croyons utile de faire voir immédiatement les fonctions principales de cet ingénieux mécanisme des pinces qui remplit des conditions si importantes et si précises.

Disons d'abord que dans cet appareil, comme dans toutes les peigneuses plates à tablier sans fin, le travail du peignage s'effectue en trois opérations distinctes.

La première comprend le peignage proprement dit, c'est-à-dire la *division des fibres;* laquelle se fait graduellement par les quatre séries de peignes *b*, qui garnissent le tablier sans fin; on reconnaît que cette opération ne diffère en rien de celle des machines analogues.

La deuxième a pour effet la translation ou la marche rectiligne des pinces, afin de faire passer successivement les poignées de lin ou de chanvre dont elles sont chargées, d'une série de peignes à l'autre.

Et la troisième, celle qui, comme nous l'avons dit, constitue selon nous la supériorité de cette peigneuse, consiste à faire tourner les pinces sur elles-mêmes de manière à ce que leur couche de matière textile puisse être peignée des deux côtés par la même série de peignes, avant de passer sur les autres séries.

Jeu des pinces. — Supposons que le chariot soit garni de pinces chargées elles-mêmes de matière textile et que l'on mette la machine en marche, au moment où l'ouvrier introduit la quatrième pince à l'entrée de la coulisse Q, en ayant le soin pour cela de la pousser jusqu'au heurtoir *q* (fig. 8 et 9) qui l'empêche d'aller plus loin ; admettons aussi qu'à cet instant le galet *s*, qui termine la partie inférieure du balancier S′ (fig. 3, pl. 8),

soit engagé dans la gorge de la camme cylindrique T′, de telle sorte que le balancier occupe la position extrême de droite *s*, *s′*. Alors, pendant que l'axe tourne sur lui-même dans le sens de la flèche (fig. 1), l'une des cammes de l'excentrique H, celle n° 1 par exemple, agit sur le galet *i* du levier à deux branches I pour soulever le chariot L, et le galet *s* est poussé de gauche à droite par l'inclinaison de la gorge T′; par suite le balancier est obligé d'osciller de droite à gauche et de prendre la position s, s^2 (fig. 3).

Dans ce changement de position, il a nécessairement entraîné la crémaillère à rochet U, afin d'aller chercher la pince qui l'attend tout le temps que le galet *s* reste en contact avec la portion circulaire droite de la joue de son excentrique T; pendant que ce mouvement s'effectue, la camme n° 1 de grand excentrique H, abandonne son galet *i* pour laisser descendre le chariot L avec les pinces P chargées de matière sur les séries de peignes, afin d'en opérer le peignage d'un côté. En même temps l'arbre *g* des excentriques continuant sa marche rotative, la camme suivante n° 2 du principal excentrique H, attaque le galet *i*, et, par la combinaison des leviers I et J, J′, oblige le chariot L à se soulever de nouveau avec ses pinces; dès que celui-ci est arrivé au plus haut de sa course, le balancier S, au moyen de son galet *r*, poussé par la partie oblique de la joue de l'excentrique T, s'avance à sa partie supérieure de gauche à droite, comme l'indique la flèche fig. 3, et, dans sa marche entraîne les crémaillères O′ auxquelles il est relié par la genouillère à tête de compas R, pour faire pivoter les pignons dentés O d'un demi-tour, afin de changer les pinces de face et de soumettre, par suite, l'autre côté de la matière au peignage, sur la même série de peignes.

On comprend aisément que, dans cette opération, l'élévation du chariot et de ses pinces a pour but, d'une part, de dégager la matière des peignes pendant le changement de face pour éviter la rupture des fibres, et, d'un autre côté, pour présenter la matière textile successivement de la pointe au milieu, afin d'effectuer le peignage dans les conditions les plus rationnelles, reconnues par la pratique comme donnant le plus de filasse, le meilleur peignage, les meilleures étoupes et le moins de déchet.

Aussitôt que le mouvement que nous venons de signaler est accompli, le galet *i* est de nouveau abandonné par la camme n° 2 de l'excentrique H, ce qui permet au chariot L de redescendre avec ses pinces pour peigner la matière du second côté. Lorsque ce second peignage est effectué, la camme n° 3, le galet *i*, et, par suite, le chariot et ses pinces, doivent encore changer de place; à ce moment, le galet *s* abandonne la partie plane et circulaire de la joue de son excentrique T′, et, s'engageant dans la portion courbe de la gorge, force la partie supérieure du balancier S′ (resté immobile pendant les mouvements précédents) à rétrograder de gauche à droite, afin d'entraîner les pinces d'une série de peignes sur l'autre, dégage la dernière pince qui porte la matière dont le peignage est terminé, et en-

gage la première, qui a été introduite par l'ouvrier chargé d'alimenter la machine, et qui est restée appuyée contre le heurtoir q.

Il est aisé de concevoir que ce heurtoir doit se soulever dès que le balancier dont il s'agit commence à accomplir ce mouvement rétrograde; à cet effet, la règle mobile p est terminée par un toc à charnière p' qui, dans l'avancement du système vers la gauche (fig. 3), s'appuie sur la surface en coin de la bascule t et vient s'engager dans l'encoche ménagée près l'articulation de cette dernière. Comme cette bascule est reliée par la tringle t' au levier à équerre q', fixé lui-même au petit axe du heurtoir q, celui-ci est nécessairement soulevé au départ du balancier et de son système vers la droite, par l'effet de la bascule t, que le toc p' force à s'abaisser en se dégageant.

Ainsi, pour résumer les fonctions spéciales de cet ingénieux mécanisme des pinces, nous dirons que chaque camme du grand excentrique H a pour but l'élévation du chariot, dans des conditions différentes :

Les n°s 1 et 3, qui correspondent à la marche du balancier S', ont pour effet de permettre le transport rectiligne des pinces d'une série de peignes sur l'autre;

Tandis que les n°s 2 et 4, correspondant à la marche du balancier S, permettent aux pinces leur mouvement semi-circulaire, qui s'effectue alternativement à droite et à gauche.

On remarquera que les n°s 2 et 4 sont plus longs que les deux autres, afin que le chariot s'élève un peu plus haut, pour éviter la rupture des fibres qui, sans cela, se croiseraient dans les peignes lors du changement de face des pinces.

Comme on le voit par le dessin, à chaque révolution de l'arbre g il se fait 4 opérations bien distinctes :

La 1re, introduction des pinces sur les séries de peignes;

La 2e, rotation de celles-ci pour changer la face du peignage de gauche à droite;

La 3e, avancement des pinces comme la première fois;

Et enfin la 4e, rotation des pinces de droite à gauche.

Tous ces mouvements sont alternatifs et intermittents.

Une telle disposition est bien plus rationnelle, comme nous l'avons dit en commençant, que celle des autres machines analogues, car chaque pince est indépendante de ses voisines : elle est transportée sur chaque série de peignes isolément par la crémaillère à rochets U. Chaque mouvement du balancier T' entraîne séparément chacune des pinces qui se trouvent engagées dans les rochets V.

Ces pinces ne peuvent rétrograder dans le mouvement de retour de la crémaillère, parce qu'elles en seraient empêchées par les heurtoirs x, disposés de manière à se soulever chaque fois qu'elles viennent s'engager dans les entailles des pignons O. La crémaillère U porte à son extrémité un rochet à ressort V', qui laisse introduire la pince apportée par l'ouvrier.

Ce rochet à ressort a pour effet de permettre la libre introduction des pinces, sans faire reculer la crémaillère, qui est appuyée contre les tiges des pinces par des ressorts v^3, fig. 13, beaucoup plus forts que celui du rochet.

DE LA BROSSE ALTERNATIVE. — Dans la dernière série de peignes, les aiguilles sont beaucoup plus resserrées; la pénétration de la matière s'y opère moins vite; pour en assurer l'introduction, le constructeur a adopté une brosse v, animée à cet effet d'un mouvement alternatif.

La disposition de cette brosse est assez particulière et mérite d'être examinée.

Suspendue à l'extrémité d'une petite bielle en fer v', qui doit lui transmettre le mouvement alternatif, elle est en même temps liée à une tige recourbée X, dont la partie inférieure prend son point d'appui dans la coulisse qui termine le levier à galet X'. Par cette combinaison, la brosse ne décrit pas un cercle, mais plutôt une courbe allongée, une sorte d'ellipse dont le grand axe est à peu près parallèle au plan des peignes (voir pl. 9).

La bielle est attachée par son autre extrémité à un bouton fixé en un point de la circonférence du plateau circulaire v^2, dont l'axe tourne librement dans une longue douille en fonte qui fait partie du support à coulisse Y, boulonné à l'extérieur du bâti. Cet axe reçoit son mouvement de rotation d'une poulie Y', qui est elle-même commandée par une autre plus petite Y^2, rapportée vers le bout de l'arbre principal A près de la poulie motrice.

Suivant que la tige courbée X est attachée dans le haut ou dans le bas de la coulisse du levier X', elle modifie plus ou moins la marche alternative de la brosse et permet, par suite, de déterminer exactement sa distance au-dessus des aiguilles. Mais il est, en outre, nécessaire que cette distance change pendant le travail.

Ainsi, on conçoit, par exemple, que lorsque chaque poignée est peignée, il n'est pas utile, il peut être même nuisible, que la brosse s'approche des peignes; il est préférable qu'elle soit plus élevée pour laisser passer la matière textile, soit lorsque la pince qui la porte effectue sa demi-rotation, soit lorsqu'elle est amenée au dehors; tandis qu'au contraire, pendant le peignage même, il est essentiel que la brosse descende assez près des aiguilles pour obliger les filaments à y pénétrer.

Or, comme à chaque révolution de l'arbre g il doit entrer et sortir deux pinces, et que chaque poignée de matière est peignée successivement des deux côtés, il faut évidemment que la brosse soit aussi soulevée et rapprochée deux fois. A cet effet, un disque échancré Z, qui présente en circonférence deux parties opposées un peu plus saillantes que les deux autres également circulaires, est rapporté sur le bout de l'arbre g pour recevoir le galet du levier X', qui repose constamment par son propre poids sur sa circonférence, et qui alors s'élève ou s'abaisse à chaque 1/4 de tour de la différence qui existe entre les deux courbes circulaires.

Il en résulte que, pendant tout le temps que le galet du levier reste sur la partie la plus saillante du disque, la tige tient la brosse soulevée au-dessus des peignes, de manière à ne pas toucher les aiguilles, ce qui a lieu soit au moment où les pinces tournent, soit au moment où elles s'avancent. Et pendant le temps que le même galet s'appuie sur la partie évidée, la tige tire la brosse et la tient plus rapprochée des peignes, pour qu'elle puisse toucher les fibres textiles et les obliger à pénétrer entre les aiguilles.

Les soulèvements et abaissements successifs de la brosse s'effectuent alternativement d'une manière très-régulière et parfaitement en rapport avec la marche des pinces, sans discontinuer le mouvement curviligne qui lui est communiqué par la bielle V′ et le bouton du plateau v^2.

Appareil de sûreté. — Pour éviter les ruptures de certaines parties de la machine, dans le cas d'obstacles quelconques, le constructeur a disposé un mécanisme de débrayage qui fonctionne par la machine elle-même : ce mécanisme consiste en une sorte de bascule ou levier en fonte C′, qui, ayant son point d'appui sur le côté intérieur de l'un des bâtis A^2, tout proche du palier de l'arbre *g*, s'appuie sur le coussinet supérieur de celui-ci (fig. 1 et 6) et se relie par son autre extrémité à la tige verticale *b′* (fig. 2). Cette tige communique, par sa partie supérieure, avec une sorte de rochet *c′* qui s'appuie contre une dent *d′*, laquelle est solidaire avec le bout de la tringle horizontale *e′*. A l'autre bout de cette tringle est appliqué un ressort à boudin *g′*, qui s'appuie, d'une part, contre le bâti, et, de l'autre, contre la tringle de débrayage G′.

Il résulte de cette disposition que, lorsqu'une résistance plus considérable que celle nécessaire pour la bonne marche de la machine se fait sentir dans les mouvements, la roue droite G est excitée à se soulever par le petit pignon *f′* qui la commande, et fait par suite lever la bascule C′ qui alors dégage, par la tige *b′*, le rochet *c′* de sa dent *d′*. Aussitôt le ressort à boudin *g′* tire la tringle horizontale *e′* de droite à gauche, et oblige la fourchette d'embrayage G′ à faire passer la courroie motrice de la poulie fixe B sur la poulie folle B′.

L'ouvrier peut aussi avoir la faculté de débrayer à la main en agissant sur la poignée *p′* qui communique à la même bascule C′ par la tige verticale p^2, fig. 2.

Des pinces et des tables de service. — Les pinces ou mâchoires mobiles F, dans lesquelles on doit serrer la matière textile à peigner, sont d'une construction très-simple : elles se composent de deux plateaux en bois, arrondis aux angles (fig. 11); l'un de ces plateaux est solidaire avec la patte en fer *q′* qui se termine par une sorte de T, afin d'être porté sur les deux côtés de la coulisse longitudinale Q du chariot. Le second plateau, que l'on enlève à volonté, s'applique par ses bords sur une bande en cuir ou en caoutchouc qui garnit le contour intérieur du premier, et on l'y retient solidement dès que la poignée de lin ou de chanvre y est étendue, par un simple boulon à écrou rapporté au centre.

De chaque côté de la machine est une table en bois sur laquelle sont rapportés des tasseaux en saillie, afin d'y placer les pinces que des enfants de douze à quinze ans doivent ouvrir, pour y coucher les poignées de matière textile et les serrer ensuite en laissant dépasser la plus longue partie des filaments.

Nous indiquons plus loin le service de la machine et le travail de chacun des jeunes gens qui sont chargés de l'alimenter. Nous ferons remarquer que, pour simplifier ce service, on a disposé ces peigneuses mécaniques de façon à se trouver dos à dos; il en résulte que les poignées de chanvre ou de lin, peignées d'un bout et sur les deux faces à la première machine, sont prises à l'extrémité de celle-ci, et, après avoir été retournées dans leurs pinces, sont portées immédiatement à la tête de la seconde pour être peignées de l'autre bout, et sortir sur la même table où elles ont été chargées en premier lieu.

Par cette disposition, quatre enfants peuvent suffire au service des deux machines, tandis qu'il en faudrait sept en les plaçant différemment, c'est-à-dire sur la même ligne, comme on le fait le plus souvent.

Des étoupes. — On a le soin de mettre à la partie inférieure du tablier sans fin, soit une caisse en bois à compartiments, soit une sorte de grille inclinée M′, sur laquelle tombent les étoupes qui sont détachées de la matière textile pendant son peignage sur chaque série de peignes. On établit sur cette grille autant de cloisons séparatrices que de séries, afin de séparer les diverses qualités d'étoupes qui, comme on le sait, doivent être travaillées à part.

Nous observerons que lorsque la machine est appliquée au peignage des chanvres qui sont généralement d'une grande longueur, on est dans l'obligation de les couper en deux ou en trois après les avoir soumis à une *maillerie* qui les assouplit. On leur fait ensuite subir un premier peignage à la main, afin d'enlever les plus grosses étoupes : cette opération s'appelle *déblocage*.

Nous donnerons dans la prochaine livraison la peigneuse à 6 séries de peignes, et nous compléterons cet article sur le peignage par le calcul des vitesses variables à donner aux principaux organes, les résultats pratiques de travail suivant ces vitesses diverses, le rendement des différentes espèces de chanvres et de lins, et enfin les prix de revient des machines.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

SUR

L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1855

Sous ce titre : *Rapport sur l'Exposition universelle de 1855 à l'Empereur par S. A. I. le prince Napoléon*, la librairie impériale vient d'éditer un volume qui contient non-seulement des renseignements complets sur la constitution, l'organisation, l'installation des produits exposés, l'appréciation des récompenses et documents statistiques de toutes sortes, mais encore, dans un chapitre sous cette désignation : *Considérations générales*, une appréciation savante et raisonnée des enseignements qui résultent des Expositions passées et le profit que l'on devrait en tirer pour l'organisation des Expositions futures.

Comme ces considérations seront probablement d'un grand poids dans la décision qui règlera la prochaine Exposition, et que cela intéresse à un haut degré tous les industriels, nous croyons ne pouvoir mieux faire que de donner ici textuellement et sans autre commentaire les conclusions mêmes de S. A. I. le prince Napoléon.

NÉCESSITÉ DES EXPOSITIONS UNIVERSELLES.

« Les Expositions universelles doivent remplacer les Expositions nationales, inaugurées il y a soixante ans par la France. Malgré le petit nombre d'expériences faites, il est permis d'affirmer que ces agglomérations synoptiques des produits du globe sont devenues nécessaires, comme tous les progrès accomplis. Pendant longtemps il n'y avait eu d'Expositions qu'en France ; il y a une douzaine d'années, toutes les nations se mirent à nous imiter, et des Expositions eurent lieu en Belgique, en Prusse, en Autriche, en Espagne, etc. Dès lors ce ne fut plus seulement entre les produits nationaux que la comparaison s'établit ; grâce aux missions des savants et aux comptes rendus de la presse, on établit des rapports et des rapprochements entre les diverses Expositions : de là l'idée d'une Exposition universelle. Ce pas fut franchi dès que l'on comprit la nécessité de consacrer ce qui existait déjà dans les études des hommes spéciaux.

Ce qui prouve que les Expositions universelles répondent bien à un besoin, c'est que rien n'a pu arrêter l'empressement que les populations ont mis à prendre part aux deux solennités sérieuses de ce genre qui ont eu lieu jusqu'ici. C'est au lendemain d'une révolution dont les effets s'étaient fait sentir jusque dans les contrées les plus

reculées de l'Europe, que les Anglais ouvrent le Palais de Cristal. C'est au milieu des péripéties d'une grande guerre que s'est ouverte et développée l'Exposition française. Il a fallu, dans une deuxième Exposition universelle, doubler l'espace, et l'Empereur a pu voir que cette énorme augmentation est loin d'avoir répondu à toutes les nécessités. Les Expositions universelles sont donc réellement entrées dans les habitudes de l'industrie européenne.

CONSÉQUENCES DES EXPOSITIONS UNIVERSELLES.

Il faut se féliciter de ce fait, qui est une manifestation de notre civilisation et affirme cette vérité, qu'une nation ne forme point un tout isolé, mais que tous les peuples tendent à être unis, au point de vue industriel, par un lien de solidarité. Chaque contrée est douée d'une production naturelle ou spéciale, qui lui assigne une place particulière dans le travail humain et la rend utile à toutes les autres. Les échanges internationaux sont une nécessité dont il faut faciliter le développement. Ces Expositions contribueront à la rapide propagation de cette vérité, que l'on doit, tout en ménageant les transitions et les changements trop brusques, marcher à la véritable organisation industrielle et commerciale du monde, à celle qui nous vient de la Providence, et qui consiste à laisser chaque groupe de la grande famille humaine se développer dans la branche de travail à laquelle le destinent son climat, son sol, ses richesses minérales, ses voies de communication, son tempérament et son génie national. C'est ce dont on peut s'assurer en jetant les regards sur l'ensemble des événements contemporains. Depuis l'Exposition universelle de 1851, les gouvernements ont tous fait subir des remaniements plus ou moins importants à leurs tarifs douaniers.

Il doit sortir de ce mouvement qui entraîne les sociétés un bon résultat. Les peuples se connaissaient mal. L'ignorance réciproque rendait les malentendus faciles. La fréquence des rapports, le mouvement des échanges, la solidarité des transactions, modifieront cet état de choses. En se voyant de plus près et plus souvent, la conscience s'éclaire, le sentiment local, qui nourrit le préjugé, s'affaiblit; l'esprit philosophique se développe.

Les Expositions universelles font partie de ce vaste progrès économique auquel appartiennent les voies ferrées, les télégraphes électriques, la navigation à vapeur, les percements d'isthmes, tous les grands travaux publics, et qui doit amener un accroissement de bien-être moral, c'est-à-dire plus de liberté, en même temps qu'une augmentation de bien-être matériel, c'est-à-dire plus d'aisance au profit du grand nombre.

Ces grandes solennités mettent en rapport tous les savants du globe. Que les jurys soient conservés dans leur organisation actuelle, ou qu'on leur fasse subir une transformation que je crois nécessaire, il n'en est pas moins certain que ces corps, formés d'hommes d'elite, sont de véritables conciles dans lesquels se discutent les questions les plus ardues et s'agitent les problèmes les plus difficiles de l'ordre matériel. A ce contact de tous les jours, à ces études en commun, à ces discussions fréquentes, il est impossible que les hommes qui composent ces réunions ne gagnent pas en force et en lumières. Les avis peuvent, en effet, être partagés sur l'utilité des réunions d'hommes destinées à aboutir à l'action; mais ils ne sauraient l'être quand il s'agit d'étudier et d'élaborer les idées. L'action gagne à être concentrée, mais c'est après une large et libre discussion en commun.

Les Expositions, collections d'expériences et de faits, ouvrent la voie aux perfectionnements. Que de difficultés réputées inextricables avant elles paraissent devoir

être levées! Que de questions déclarées insolubles sont sur le point de se dénouer! Que d'idées dont l'application soulevait des doutes sont sur la voie d'une sérieuse réalisation! En rassemblant sur un même point toutes les forces vives de l'humanité et en leur présentant un immense champ d'études, les Expositions ont donné une impulsion énorme à l'esprit de découvertes et formé des liens utiles au progrès général.

Ce n'est pas tout. Grâce à elles, il n'est pas un travailleur arrivant à une découverte ou à un perfectionnement qui n'ait les moyens de les faire constater. Ces réunions, qui mettent simultanément sous les yeux de tous les produits de l'Industrie humaine, développeront les industries bonnes et utiles, et, séparant le bon grain de l'ivraie, feront disparaître ces industries plagiaires qui vivent de vols. Ces résultats, que j'ai souvent entendu articuler comme des reproches, sont à mes yeux un argument de plus à faire valoir. Comment, en effet, s'approprier l'idée d autrui, quand chaque création a son origine connue de tous? Comment donner pour bonne une combinaison factice et défectueuse, quand les points de comparaison sont sous les yeux de tout le monde? Les Expositions universelles, en rendant à chacun ce qui lui est dû, laissent aussi à chacun la responsabilité de ses œuvres, et doivent exercer une grande influence moralisatrice. Nées d'hier, elles ne sont pas près de périr. Il faut qu'elles entrent dans les prévisions des gouvernements. C'est à ce titre que j'ai osé aborder les questions qu'elles soulèvent.

CARACTÈRE DES EXPOSITIONS FUTURES.

Sous quelle forme les Expositions sont-elles possibles? Elles doivent être des institutions sérieuses, des moyens d'étude, et non un simple spectacle offert à la curiosité.

Universelles en ce sens qu'elles doivent faire appel à tous les peuples, les prochaines Expositions pourront devenir *partielles*, c'est-à-dire embrasser seulement un groupe et une spécialité de produits. Cette division dans les Expositions, imitation de celle qui existe dans le travail, offre divers avantages sur lesquels j'appelle l'attention de l'Empereur.

Et d'abord, la grande difficulté des Expositions universelles, difficulté qui s'est fait sentir si cruellement chez nous, ce sont les conditions d'espace et de construction. Tant que les Expositions universelles embrasseront dans leur ensemble tous les produits, on se trouvera en présence d'obstacles presque insurmontables. L'industrie marche à pas de géant. A Londres, 75,000 mètres carrés avaient été considérés comme un espace immense; le Palais de Cristal, par ses proportions colossales, était une merveille. A Paris, 117,000 mètres furent reconnus insuffisants. Qui peut prévoir les dimensions que devra présenter le bâtiment destiné à abriter la prochaine Exposition, si elle est faite dans les mêmes conditions que les précédentes?

Que les Expositions deviennent partielles, et le problème est plus facile à résoudre. On peut aisément s'enquérir de l'état d'un groupe de la production et, à l'aide des documents statistiques recueillis, déterminer quel espace est nécessaire pour ses produits.

Je trouve la preuve de ce que j'avance ici dans la facilité avec laquelle s'est exécuté le Concours universel agricole de 1856. Quoique le Palais de l'Industrie n'eût point été construit en vue d'une Exposition de ce genre, on a pu l'approprier, sans beaucoup de frais et en très-peu de temps, à cet usage, parce qu'on savait à quoi

s'en tenir sur la nature des produits à exposer et, jusqu'à un certain point, sur leur quantité. Cette Exposition agricole de 1856 est un spécimen des Expositions, telles que je les conçois. L'Empereur a pu voir avec quel ordre elle s'était accomplie et combien, malgré son caractère partiel, elle a été suivie avec intérêt par le public. Je suis convaincu que les Expositions des principaux groupes de produits industriels auraient le même succès et offriraient les mêmes facilités d'exécution.

Avec le système adopté jusqu'à présent, la fréquence des Expositions est irréalisable, et à cause des dépenses considérables qu'elles entraînent, et aussi parce que les progrès qui se manisfestent n'embrassent pas toutes les industries à la fois, et qu'avant tout ce sont les progrès accomplis que les Expositions ont pour objet de mettre en évidence. Si les Expositions étaient partielles, on choisirait la branche de l'activité humaine qui est en voie de perfectionnement ou dont l'étude correspond à un besoin du moment. En les restreignant ainsi, on pourrait les rendre et plus fréquentes et beaucoup plus complètes. Les industries ne s'offriraient plus dans un état réduit eu égard à leur importance réelle; elles se présenteraient à l'observation dans les conditions de leur existence régulière et de leur développement normal.

Les Expositions par catégories rendraient les études plus faciles et plus fructueuses. L'esprit, concentré sur un plus petit nombre d'objets analogues, ne laisserait échapper aucun détail et s'en rendrait mieux compte. Le vice des Expositions embrassant toutes les industries, c'est d'offrir un trop grand assemblage. En présence d'une diversité infinie, quelque bonne classification qu'on adopte, le visiteur voit mal et retient difficilement.

Le choix des groupes, la ligne de démarcation à tracer entre eux, la périodicité à établir, ne peuvent être l'objet d'une solution absolue. C'est ici qu'on devra prendre conseil du temps et des circonstances. Je crois qu'en France, par exemple, on pourrait diviser les produits en cinq groupes. Je proposerais :

1° Le groupe des beaux-arts, ce qui a déjà lieu ;

2° Le groupe de l'agriculture et des matières premières ;

3° Le groupe des instruments de production ;

4° Le groupe des produits fabriqués ;

5° Le groupe de l'économie domestique, qui donnerait lieu à une Exposition permanente.

L'Exposition universelle des instruments de production aurait lieu à de moindres intervalles que les autres, parce que dans cette branche les progrès sont plus rapides et plus fréquents. Quant aux objets qui se rapportent à l'économie domestique, leur utilité milite en faveur de la permanence.

En indiquant ces différents groupes, je n'ai pas entendu tracer entre eux une ligne de démarcation infranchissable. Dans l'application, le jury d'admission pourrait introduire les exceptions qu'il jugerait utiles. Ainsi, on comprend très-bien que certains produits obtenus avec de nouvelles matières puissent être admis dans une Exposition qui embrasserait seulement le groupe des matières premières : ce serait le moyen de juger de l'utilité de la nouvelle matière, et de l'offrir dans les seules conditions où elle puisse donner lieu à un examen sérieux. De même, dans une Exposition réservée aux machines, il y aurait quelquefois nécessité d'admettre, à titre d'échantillons, certains produits fabriqués, afin de les comparer aux similaires, une machine se jugeant par ses résultats encore plus que par l'agencement des parties qui la composent.

La durée des Expositions est indiquée chez nous par la belle saison, et ne doit donc pas dépasser quatre mois.

La périodicité devrait être établie de façon que les Expositions ne se gênassent pas, et qu'on pût les retarder d'une année quand elles viendraient à coïncider entre elles.

Les Expositions partielles ne feraient pas disparaître complétement les Expositions universelles composées de tous les groupes. Seulement, comme ces dernières sont le résumé des perfectionnements de toute une époque, mon sentiment est que ce concours extraordinaire devrait se faire seulement tous les demi-siècles.

ORGANISATION FINANCIÈRE DES EXPOSITIONS FUTURES.

Pour compléter le programme des futures Expositions, telles que je les conçois, je vais examiner l'organisation financière à adopter.

Il faut maintenir le principe d'un prix d'entrée. Avec un tarif bien calculé et une sage économie dans la direction, je crois que les revenus dépasseraient les dépenses. Le budget de l'Exposition de 1855 ne saurait être considéré comme un budget normal, le chiffre des dépenses ayant été accru dans des proportions excessives par des circonstances tout à fait exceptionnelles. Avec des dépenses bien moindres, on obtiendrait des résultats meilleurs ; mais il faudrait pour cela avoir le temps et l'espace qui nous ont manqué.

L'organisation la plus rationnelle serait de laisser la direction des Expositions à l'initiative des particuliers : c'est le système suivi en Angleterre. Malheureusement, dans notre pays, où l'on croit qu'on ne peut rien faire sans le concours de l'État, la chose ne paraît pas possible, au moins au début de l'entreprise. Il faudrait avoir recours à une solution mixte, qui serait la désignation par l'Empereur d'une commission spéciale prise en dehors des administrations publiques. Cette commission, indépendante par l'autorité directe et la haute mission qu'elle tiendrait du Souverain, placée en dehors de la routine par les éléments dont elle serait composée, réunirait tout à la fois et le prestige, qui ne s'obtient en France que par la délégation du pouvoir, et l'esprit d'initiative, qui ne se trouve guère qu'en dehors des administrations.

Chez nous, il faut l'avouer, on est toujours placé entre deux écueils : l'administration, qui s'inspire trop souvent de la routine et qui fait chèrement, et les particuliers, qui ne font pas du tout. Il n'y a pas, du reste, à songer à trouver en dehors de l'État des ressources suffisantes. En France, les capitaux manquent souvent de hardiesse, ou bien, quand ils se décident à entrer dans une affaire, la moralité et l'intelligence leur font fréquemment défaut. Pour leur inspirer l'envie de se risquer dans une entreprise de ce genre, il faut donc que l'expérience ait prouvé que c'est un bon et solide placement. Alors seulement on pourrait faire appel à une compagnie réunissant des éléments sérieux, qui aurait la direction permanente des Expositions. La commission gouvernementale pourrait être ainsi une transition naturelle à l'entreprise privée. Car c'est ma conviction intime que l'État doit faire le moins possible, et que son rôle doit se borner, dans certains cas comme celui-ci, à exciter les particuliers à faire par eux-mêmes.

OU LES EXPOSITIONS UNIVERSELLES SONT POSSIBLES.

La pratique a, je crois, résolu la question de savoir où les Expositions universelles sont désormais possibles. Le lieu naturel d'une Exposition est la capitale d'un pays susceptible d'y apporter par lui-même un grand contingent, et que sa position géo-

graphique et ses conditions morales fassent accepter par tous les peuples comme une métropole On a tenté des Expositions universelles en dehors de ces conditions, à Munich, à Dublin et à New-York : elles ont échoué.

Je ne connais aujourd'hui que deux villes qui réalisent l'idée qu'on se fait d'une semblable métropole : Paris et Londres. Londres voit arriver de tous les points du globe les productions les plus diverses; elle est pour un grand nombre d'articles le centre du commerce du monde entier. Paris est le foyer intellectuel où s'élaborent les idées modernes; glorieux privilége qu'il faut lui maintenir.

C'est un grand centre de population, et une place industrielle où se fait un immense mouvement de capitaux. Paris est pour les sciences et les lettres un rendez-vous habituel; toute idée, comme tout talent, doit venir y prendre ses lettres de naturalisation. Notre langue est répandue partout. La position continentale de cette ville en fait un centre de communication facile. Ajoutons que Paris est le séjour d'une colonie nombreuse d'étrangers qu'y appellent les affaires, le plaisir, l'étude, etc., que par ses collections, ses musées, ses bibliothèques, il se prête plus qu'aucune autre capitale aux travaux d'ensemble sur l'industrie, les sciences et les arts; que par l'urbanité de ses mœurs, par son hospitalité envers les étrangers, notre capitale a véritablement un caractère cosmopolite.

Avant de s'alimenter au dehors, il faut qu'une Exposition ait son principe d'existence au dedans. Cela ne peut avoir lieu que dans un pays qui, par ses richesses et son industrie, soit lui-même un puissant noyau de production. C'est donc véritablement à Londres et à Paris seulement que les Expositions universelles pourront réussir.

QUEL GENRE DE CONSTRUCTION CONVIENT AUX EXPOSITIONS UNIVERSELLES.

La question du bâtiment est si importante, que les dispositions purement matérielles s'élèvent ici à la hauteur d'une question de méthode. Il s'agit de faire que l'aménagement soit un auxiliaire des études.

Et d'abord, il est essentiel, indispensable, que le bâtiment soit construit en vue de l'entreprise elle-même. L'épreuve a été faite : elle a coûté cher; mais elle n'a rien laissé à désirer comme enseignement.

En second lieu, il faut non-seulement que les constructions comportent de vastes proportions, mais encore qu'elles puissent s'agrandir à volonté. Quelque précaution qu'on prenne pour s'assurer à l'avance de l'emplacement dont on aura besoin, il y aura toujours indécision et doute jusqu'au dernier moment. Les proportions arrêtées pour une année ne seront plus les mêmes pour les années suivantes. Il ne faut donc pas songer, comme on l'a fait, à construire un bâtiment avec une enceinte déterminée nécessitant l'établissement d'annexes toujours incommodes. Il faut s'arrêter à des constructions très-légères, temporaires, appropriées aux besoins du moment; sinon on devra renoncer à donner à l'Exposition le caractère unitaire qui permet seul de l'étudier avec fruit.

L'édifice devra être établi de telle sorte que son aménagement se combine avec le système de classification. Jusqu'ici, dans l'installation des produits, on semble ne s'être préoccupé que d'offrir aux visiteurs un spectacle agréable. Tout au plus a-t-on suivi dans l'arrangement et le groupement des masses exposées l'ordre géographique. Aussi l'étude des Expositions a-t-elle été une véritable fatigue. Pour embrasser un groupe ou une classe, il fallait, à Paris encore plus qu'à Londres, parcourir le Palais dans tous les sens et chercher péniblement les produits éparpillés. On peut échapper

à cet aménagement vicieux sans rien sacrifier des conditions artistiques. Je comprends une construction qui, transversalement, offrirait les objets rangés par nationalité et qui, longitudinalement, les présenterait disposés par nature de produits, en trois grandes divisions : dans la première division, qui formerait un des bas côtés, seraient placées les matières premières; dans la seconde, qui formerait l'autre bas côté, seraient placés les engins de production; enfin, dans la galerie du milieu seraient disposés en trophées les produits et leurs dérivés. Cette disposition offrirait des avantages. Voudrait-on étudier toute l'industrie d'un pays : on l'aurait tout entière réunie sur un seul point; il suffirait de parcourir la galerie dans le sens transversal. Désirerait-on, au contraire, étudier un groupe ou une classe de produits : on suivrait alors le sens longitudinal, et l'on pourrait ainsi faire la comparaison entre les différents peuples.

Même en conservant aux Expositions le caractère qu'elles ont eu jusqu'ici, je crois qu'il faut un bâtiment à part pour les beaux-arts, que l'agriculture et les machines en mouvement doivent de même avoir un local séparé. La nécessité de ne pas diviser l'attention et de ne pas troubler l'esprit milite en faveur de ces dispositions. Ces conclusions, auxquelles m'amène la logique, sont un argument de plus en faveur des Expositions universelles par groupes. En effet, on reconnaît que, dans une Exposition embrassant l'ensemble de la production humaine, il faut une unité, et cependant on comprend que les conditions doivent être essentiellement différentes pour chaque groupe.

Les exigences des constructions, telles que je viens de les établir, n'offrent pas, ce me semble, un problème bien difficile à résoudre. C'est à l'architecture à faire des efforts nouveaux pour des besoins nouveaux. Sans entrer dans les détails, on peut prévoir les conditions générales auxquelles l'artiste aurait à se soumettre : il faut que les galeries réunissent tout à la fois l'élégance, la solidité et la commodité; que leur hauteur soit médiocre, pour qu'il n'y ait pas de place perdue; qu'il n'entre dans la construction que des matières légères et d'un maniement facile, du bois, du plâtre, du fer et du verre; que toutes les parties soient établies sur un modèle uniforme; que la surface exposable dans le sens vertical soit la plus considérable possible; que les toiles destinées à garantir les produits de l'action du soleil soient placées à l'intérieur : qu'il y ait, pour la commodité du public et pour la satisfaction du goût, des points d'où l'œil puisse embrasser l'ensemble; qu'on trouve des salles vastes et commodes pour le jury et l'administration; que le public puisse circuler à l'aise dans toutes les parties, et qu'enfin tout cela soit placé dans un bâtiment n'offrant qu'une seule ligne. Tel est le programme que l'architecte d'une Exposition a désormais à remplir.

QUEL DOIT ÊTRE LE RÈGLEMENT D'UNE EXPOSITION.

Après le bâtiment, la question la plus importante est celle du règlement destiné à assurer la marche d'une Exposition, à résoudre les difficultés qui peuvent se présenter et à indiquer les principes qui doivent la diriger.

Le règlement que nous avions adopté satisfaisait à toutes les exigences; l'esprit le plus libéral avait présidé à sa rédaction. Telle était l'économie de ses dispositions et la méthode de classification adoptée, qu'il a laissé peu de place aux doutes et a été d'une exécution facile. S'il a péché par quelques endroits, cela tient à ce que plusieurs principes qu'il renfermait sont encore en voie de discussion et appellent la pratique pour être décidés dans le sens de la raison et de la vérité.

Trois questions paraissent réclamer une prompte solution : il s'agit de savoir : 1° si les législations douanières peuvent subsister telles qu'elles existent; 2° quelle décision doit être prise à l'égard des prix de vente; et 3° enfin si les jurys de récompenses satisfont bien au but qui les a fait instituer.

CONSÉQUENCES DOUANIÈRES.

Les législations douanières devront subir et elles subissent déjà de grandes modifications sous l'influence des Expositions universelles. Elles tendent à la substitution des droits fiscaux aux droits protecteurs perpétuels. En France, le principe de la suppression de la prohibition est un fait acquis, et, en attendant une émancipation plus complète, on ne peut nier qu'il n'y ait un progrès utile à abaisser les droits sur les matières premières pour mettre nos fabricants sur un pied d'égalité avec ceux de l'étranger.

Les études faites sur les produits exposés en 1855, et surtout les conclusions des rapports du jury international, mènent à une réforme dans le sens indiqué. D'un examen approfondi et de comparaisons faites avec le plus grand soin, il m'a été permis de conclure que beaucoup de nos industries peuvent rivaliser avec leurs similaires du dehors et que les plus arriérées étaient celles qui vivaient encore à l'abri des prohibitions, preuve évidente de la nécessité du stimulant de la concurrence étrangère pour se perfectionner.

Je crois que, dans des matières aussi graves non-seulement par les objets auxquels elles s'appliquent, mais encore par les passions qu'elles soulèvent et les intérêts engagés, il faut faire peu de théorie et beaucoup de pratique. Le mieux est peut-être de ne pas trop poser de principes généraux, mais de prendre chaque tarif séparément, de le discuter et de ne prononcer une réduction que lorsqu'elle aura été reconnue véritablement utile. Vouloir procéder par généralités et par mesure d'ensemble, c'est fournir un prétexte aux déclamations intéressées, c'est alarmer les industries sans que l'application puisse fournir immédiatement des résultats propres à rassurer les esprits. La solution séparée de chaque question du tarif serait, à mon avis, de tout point préférable.

Notre règlement avait décidé que tous les produits étrangers, même prohibés, seraient admis moyennant un droit maximum de 20 p. 0/0. Celui des Expositions futures pourrait aller plus loin et admettre l'introduction en franchise des produits étrangers, en nombre très-limité et comme échantillons.

Cette disposition serait un grand attrait pour les étrangers et pour le public : pour les étrangers, elle deviendrait la source d'opérations fructueuses, et le public serait ainsi appelé à consommer des produits nouveaux. Elle ne ferait aucun tort à l'industrie nationale, et elle permettrait de faire disparaître une réglementation difficile et, pour ainsi dire, nulle dans ses résultats. Les mesures adoptées par la Commission avaient nécessité l'établissement dans les bâtiments de l'Exposition d'un bureau de douanes; aucun produit étranger ne pouvait entrer ni sortir sans être soumis à son contrôle ; les produits entrés dans la consommation intérieure ou réexpédiés aux ports de provenance ont donné lieu à des écritures volumineuses. Et tout cela s'est traduit en un chiffre de 333.000 francs, représentant une somme de 2.200,000 francs de produits importés! C'est pour cette recette minime qu'on s'est donné tant de peine! La petite quantité de produits étrangers admis avec un droit réduit s'est perdue dans le torrent de la consommation générale et n'a exercé aucune influence sur nos industries, dont elle n'a pas même pu exciter l'émulation.

Partisan et ami très-dévoué de notre travail national, et convaincu que l'innovation que je propose lui serait favorable, j'insiste pour son adoption. En effet quand le public a usé d'un produit dont l'utilité est reconnue, il ne peut plus s'en passer. La quantité de produits étrangers admis étant restreinte, relativement à la consommation du pays, ce serait à l'industrie nationale que reviendrait la commande des produits similaires destinés à satisfaire le besoin nouveau.

QUEL SYSTÈME DOIT-ON ADOPTER A L'ÉGARD DES PRIX.

En ce qui concerne l'indication des prix sur les produits exposés, trois systèmes sont en présence : 1° Interdira-t-on la publication des prix ? 2° Rendra-t-on cette publication facultative? 3° L'indication des prix sera-t-elle obligatoire?

C'était un article du règlement de la Commission royale de Londres qu'aucun produit ne porterait l'indication de son prix. Cette disposition, évidemment mauvaise, avait soulevé une très-vive réprobation, et le fruit qu'on avait espéré retirer de l'Exposition était en partie perdu, puisqu'on manquait d'un élément essentiel de jugement. Une pareille interdiction était contraire à la moralité commerciale. C'était, en quelque sorte, faire au public l'aveu brutal qu'on ne voulait ni l'éclairer ni lui dire la vérité.

Pour échapper à ces inconvénients et éviter ces reproches, la Commission impériale crut devoir prendre un parti intermédiaire : elle adopta le système des prix facultatifs. Ce parti n'atteignit pas le but. A diverses reprises, la Commission stimula le zèle des Exposants pour obtenir d'eux l'indication des prix ; mais ou bien elle échoua devant un mauvais vouloir très-prononcé, ou bien elle n'obtint que des résultats illusoires.

La plus grande variété a régné dans les indications. Le règlement disait bien que le prix de vente pouvait être livré à la publicité ; mais il ne disait pas quel prix. Était-ce le prix de vente en fabrique, ou bien le prix de vente en gros, ou bien encore le prix de vente en détail? Des Exposants mettaient le prix sans dire lequel, et rendaient ainsi ce renseignement inutile. L'expérience de 1855 a été complète : l'indication facultative des prix doit être bannie d'une Exposition.

Reste le système des prix obligatoires. Celui-là est, quoique d'une application difficile, à mon avis, le seul juste et le seul rationnel. Je vais dire tout de suite les oppositions qu'il soulève et les obstacles qu'il rencontre. L'industriel qui livre directement ses produits au public répugne à faire connaître ses prix de revient, parce que la publicité pourrait lui susciter une concurrence qui le forcerait à diminuer son bénéfice. L'intermédiaire qui prend chez les fabricants les produits manufacturés pour les offrir au public, soit en gros, soit en détail, voit dans la publicité qu'on réclame une atteinte directe portée à son industrie : la connaissance des prix mettrait le public dans la confidence de la valeur réelle de la marchandise et rendrait les acheteurs plus clairvoyants.

On n'aura pas seulement des résistances à briser, mais de grandes difficultés pour arriver à la vérité. Quand un prix sera indiqué, quel moyen de contrôle aura-t-on pour vérifier si la déclaration est sincère? A supposer qu'on ait affaire à des Exposants véridiques, tout n'est pas encore dit. Dans l'appréciation, ne faut-il pas tenir compte, chose délicate, de la diversité des milieux de production? Et puis, quel prix devra servir de *criterium?* Suivant moi, le seul utile à connaître pour le public, c'est celui auquel l'industriel peut lui livrer son produit ; c'est tout ce qui importe et ce

qu'on peut exiger. Quant au prix de revient, il est moins nécessaire à connaître. Mais ce prix de vente au consommateur, comment arriver à faire que le fabricant le livre dans toute sa sincérité?

Malgré ces difficultés et ces oppositions, dont je ne me dissimule pas la gravité, il faut arriver à l'indication obligatoire des prix. C'est un progrès nécessaire. Les difficultés ne me paraissent pas insurmontables, et il ne faut pas, dans tous les cas, leur faire le sacrifice de la vérité. Pourquoi serait-ce précisément dans le commerce et dans les transactions qu'on s'abstiendrait de porter la lumière, c'est-à-dire là où les lois de la justice la réclame le plus? Tout ce qui est honnête doit pouvoir se dire tout haut. Le commerce doit se soumettre aux exigences de la publicité; je l'estime trop pour lui faire l'injure de croire qu'il a besoin des ténèbres pour prospérer. Le commerce est une des forces de la civilisation; il faut donc qu'il se montre à la hauteur du rôle qui lui est dévolu.

Il y a parmi les industriels de toutes les nations des gens éclairés, toujours prêts à seconder les mesures ayant le perfectionnement pour but. En s'appuyant sur eux, on formera un noyau d'hommes ayant la sympathie des consommateurs, au moyen desquels on triomphera bientôt des mauvais vouloirs. La mesure recevra d'abord une application incomplète; mais le cercle de ceux qui s'y soumettront ira s'agrandissant. Le résultat que nous avons obtenu, si limité qu'il soit, est déjà un progrès sur Londres. Le premier obstacle surmonté par de bons exemples, les mauvais vouloirs seront forcés de céder. C'est dans l'effet moral que se trouveront les moyens de solution. Quand la mesure aura été appliquée plusieurs fois, toute dérogation portera sa pénalité; vouloir s'y soustraire, ce sera s'infliger une tache que tous chercheront à éviter. Le contrôle jaillira de la comparaison des prix.

LES JURYS DE RÉCOMPENSES DOIVENT-ILS SUBSISTER?

Je propose pour les Expositions futures la suppression du jury international des récompenses, ou du moins des modifications profondes dans le rôle que ce corps est appelé à remplir.

Les jurys de récompenses sont le produit d'un double préjugé: en premier lieu, de cette croyance, malheureusement trop répandue chez nous, que les progrès industriels ont besoin d'être provoqués et encouragés par une autorité; en second lieu, de cette fausse idée que le public a besoin, pour être éclairé dans ses achats, d'une autre lumière que celle de son intérêt.

Ce sont les besoins généraux qui provoquent les progrès industriels. Quand un besoin se manifeste, chacun travaille au perfectionnement réclamé. Souvent même ce perfectionnement se produit sur plusieurs points à la fois et laisse la balance de la justice indécise. Il est d'ailleurs un instinct qui sera toujours plus puissant que tous les encouragements et qui est continuellement en jeu, c'est celui qui pousse l'homme à augmenter son bien-être.

C'est également une erreur de croire que le public n'entend rien à ce qu'il est de son intérêt le plus immédiat de connaître, et qu'il convient de lui offrir un guide sans lequel il s'égarerait. Les jugements du jury, sous la forme de médailles et de diplômes, sont une véritable sentence à laquelle le public est invité à se soumettre. C'est bien dans ce sens que les industriels l'entendent; les récompenses deviennent entre leurs mains un moyen de monopole, une arme dont ils font usage contre leurs concurrents.

Le véritable promoteur des progrès industriels, le meilleur juge, c'est le consommateur. La clientèle est la récompense de tout progrès accompli. C'est surtout au point de vue industriel que le mot de Voltaire, « Celui qui a plus d'esprit que chacun, c'est tout le monde, » reçoit une juste et complète application. Aussi remarque-t-on que la plupart des jugements des jurys ne font que sanctionner ce que l'opinion publique a déjà désigné et consacré.

En admettant même que le public ne soit pas aussi compétent que je le crois, que ce soit un mineur qui n'entend pas ses intérêts et qu'il faut diriger, les jurys atteignent-ils le but qui les a fait instituer? Quelle valeur faut-il accorder à leurs décisions?

Je ne discute ici que l'institution prise au point de vue théorique. La franchise dont j'ai fait preuve dans tout le cours de ce rapport écarte toute idée d'allusion, même indirecte, au jury de 1855. J'ai rendu hommage au zèle qu'il a déployé dans sa mission si difficile, si longue, si délicate.

Quand on confie à une réunion d'hommes la tâche de se prononcer sur le mérite des produits que renferme une Exposition universelle, on leur demande une chose qui est au-dessus des forces humaines. Le temps, les moyens d'examen, les termes de comparaison, tout leur manque.

L'organisation des jurys est vicieuse; il est impossible d'en faire fonctionner le mécanisme d'une façon régulière. Sans doute, au point de vue spéculatif, rien de mieux que la division du jury en une foule de classes s'occupant isolément de spécialités distinctes; que la représentation exacte des nationalités dans chaque classe; que l'étude attentive des produits et la proposition des récompenses par ces juges éminemment compétents; que la révision et le vote définitif des récompenses du deuxième ordre par une assemblée plus générale, comprenant les membres de plusieurs classes s'occupant de produits analogues. Dans l'application, ce système est fort loin de réaliser les promesses de la théorie. Jamais il n'est possible de réunir à la fois tout le monde et d'avoir, par conséquent, des assemblées complètes. Tel ne veut examiner que le produit qui l'intéresse; tel autre a des fonctions ou des affaires qui le rappellent. On consent bien à donner à l'Exposition un ou deux mois de son temps; mais on veut choisir l'époque à sa convenance. Les études dès lors cessent d'être communes; quand un grand intérêt n'est pas en jeu, on laisse tout passer sans contrôle; on se fait des concessions réciproques; la révision par groupe demeure illusoire, et l'on arrive à un résultat général sans unité, sans harmonie.

Les aspirants aux récompenses se décomposent de la manière suivante : 1° ceux que le suffrage de tous signale d'une maniere incontestable, qui s'imposent par leur mérite; 2° ceux qui laissent place au doute; 3° ceux dont l'insuffisance est visible au premier examen. Pour les premiers, le jugement du jury est inutile; il ne leur apporte aucun avantage et ne fait que ratifier ce qui est reconnu à l'avance. Il en est de même au point de vue de l'exclusion pour les troisièmes.

C'est donc sur les seconds seuls que s'exerce l'action du jury. Du moment que le doute existe, la comparaison et la discussion deviennent nécessaires. En présence de droits incertains, les rivalités, les intrigues, les influences, le manque de temps, l'absence de renseignements, les affirmations souvent faussées et plus tard démenties qui déterminent un jugement, sont autant de motifs d'erreur auxquels l'esprit le plus clairvoyant, la conscience la plus droite, ne peuvent se soustraire.

Et, dans tout cela, je ne suspecte en rien la bonne foi et la sincérité des jurés. S'ils aboutissent à des résultats erronés, la faute n'en est pas à eux; elle provient de l'inégalité extrême des moyens d'appréciation. Il est fort rare qu'un produit puisse être

jugé sans le concours du fabricant. C'est une des portes par lesquelles s'introduit le hasard, traînant à sa suite l'injustice. Tel fabricant est empressé à suivre le jury, adroit à faire valoir son mérite, habile à exposer ses titres, prompt à capter la bienveillance; souvent tout ce savoir-faire est en raison inverse de l'habileté manufacturière. Tel autre fabricant, au contraire, est un homme actif, mais modeste, qui passe sa vie dans les ateliers, à bien faire, à inventer, à diriger; il est éloigné de tout esprit d'intrigue; il est complétement inhabile à parler de soi et de ses créations. Tel autre encore est retenu par la distance, par ses occupations; il parle mal ou pas du tout la langue de la majorité des jurés. Le jury, privé de renseignements, n'ayant personne qui l'arrête, passe ainsi à côté d'œuvres remarquables sans y prêter l'attention nécessaire.

Si encore il n'y avait que ces motifs d'erreur! mais il y a, en outre, les influences rivales qui circonviennent le jury pour le tromper. Alors le jury entre en défiance de lui-même et se met en garde contre ses propres jugements. Il hésite à faire un choix, en présence de concurrents du même mérite. Il se laisse aller tout naturellement à récompenser les idées ingénieuses, quoique moins importantes, quand il y a un seul Exposant de ce genre, et que cette récompense ne peut exciter les récriminations des concurrents. C'est par là que s'introduit cette coutume d'accorder à certaines catégories d'Exposants le monopole des récompenses de premier ordre; ou bien, pour éviter de faire un choix, on est forcé d inventer ces récompenses collectives qui s'adressent à toute une industrie, à toute une ville.

Ce n'est pas tout. S'est-on demandé quelquefois de combien d'éléments divers doit se composer un arrêt du jury? Il faut tenir compte de la qualité propre, des conditions générales du métier, du pays, du prix, de la situation des ouvriers, bref, d'une multitude de points que de lentes et complètes investigations, faites sur les lieux de production, peuvent seules éclaircir. Plus les progrès sont grands, plus l'appréciation devient difficile.

Je suppose cependant que, par des méthodes excellentes, en employant le temps nécessaire et en échappant à toute influence, le jury arrive à un résultat complet; je dis qu'il serait encore très-contestable, et marqué au coin d'une justice très-relative, et cela parce que dans leurs jugements les jurys manquent d'un *criterium* commun. Comment décider lequel mérite le plus une récompense, d'un procédé de photographie ou d'un bateau de sauvetage? d'un perfectionnement dans une machine à vapeur ou d'un nouveau procédé pour produire l'acier? d'un instrument pour découper les cuirs ou d'une machine à coudre? d'une machine à faire le beurre ou d'un procédé de drainage? Entre tous ces objets, il n'y a pas d'étalon commun; par conséquent, pas de comparaison possible. La tâche est impossible à remplir, non-seulement parce que les éléments d'appréciation manquent, mais parce que la supériorité relative entre des produits si divers n'existe pas. Les classes ne peuvent pas être dirigées par les mêmes règles : de là l'inégalité choquante des appréciations du jury.

Je le répète, le véritable aréopage des récompenses, c'est tout le monde.

S'il en est ainsi, que doit-on faire des jurys? Doit-on les supprimer?

Non, je crois qu'il faut les transformer.

Les Expositions universelles ont pour objet de mettre en évidence les progrès accomplis. Le vrai rôle des jurys, c'est donc d'étudier les perfectionnements, de les signaler aux producteurs et d'appeler l'attention des industriels et des fabricants sur les branches où l'état de la production laisse à désirer.

Aux jurys des récompenses doivent être substitués des jurys d'études qui, au lieu

de rendre des verdicts, feront des observations et émettront des vœux. Les jurés, en un mot, doivent exposer, plaider devant le public, sans prendre des conclusions qui me semblent impossibles.

Ainsi transformé, le jury voit ses opérations devenir faciles et fructueuses. Les jurés décrivent ce qu'ils ont vu, sans être obligés de comparer ce qui n'est pas comparable. Ils peuvent se diviser le travail, puisqu'il n'y a plus à décrire que des faits isolés et que c'est au public désormais à les apprécier dans leur ensemble. L'intérêt commercial étant moins en jeu chez les Exposants, les jurés sont moins obsédés, moins circonvenus. Les discussions stériles sur le mérite relatif entre les Exposants étant écartées, le nombre des jurés peut être réduit et chacun peut travailler isolément dans sa spécialité, en choisissant son temps et son heure. On n'aura plus ces délais interminables entre les travaux d'appréciation et la publication des rapports.

Les Exposants retireraient divers avantages de cette transformation du jury. Ce qui importe avant tout à un industriel, c'est que l'originalité de son procédé ou le mérite de son produit soit reconnu. Or, toutes les fois qu'un progrès sera constaté, il sera de la part du jury d'études l'objet d'un compte rendu; la publicité que l'industriel recherche ne lui fera pas défaut.

Disparition de ce charlatanisme trop fréquent auquel donne lieu l'obtention des médailles; intérêt du public et liberté de tous sauvegardés : tels sont les avantages qu'offrent les jurys d'études que je propose de substituer aux jurys des récompenses.

QUEL EST L'AVENIR DES EXPOSITIONS D'ÉCONOMIE DOMESTIQUE.

Une autre innovation, qui a été considérée comme l'une des plus fécondes de notre concours, c'est la réunion d'objets à bas prix destinés aux emplois usuels. J'ai eu l'honneur, dans la deuxième partie de ce rapport, de mettre sous les yeux de l'Empereur les vicissitudes diverses qu'a traversées cette idée avant sa réalisation. Je vais essayer ici de faire ressortir, en peu de mots, tout le parti qu'il y a à en tirer pour l'avenir.

Une Exposition d'objets de bonne qualité à bas prix répond si bien à un besoin du temps, elle est tellement conforme aux idées modernes, qu'à peine éclose elle est devenue un objet d'étude et d'émulation. Le projet de M. Twining, accueilli et réalisé par la France, a fait promptement son chemin. A l'heure qu'il est, il s'exécute en Angleterre et en Belgique.

Ce mouvement d'opinion et ces efforts simultanés doivent infailliblement aboutir à une Exposition permanente d'économie domestique. Cette institution doit avoir sa place dans chaque capitale européenne; voici sur quelles bases.

Une galerie d'Économie domestique ne doit point exposer des produits de fabrique, mais des objets marchands; on n'y doit admettre que les articles que le vendeur s'engagera à livrer moyennant un prix fixe, en gros et en détail, dans un endroit déterminé.

L'indication des prix de vente est ici tout à fait indispensable : c'est la raison d'être de cette Exposition spéciale.

Tout vendeur dont les spécimens seraient exposés serait tenu de livrer dans les dépôts des produits identiques. Les contraventions à cette règle entraîneraient l'exclusion avec blâme.

Pour l'installation, il conviendrait de choisir un quartier populeux et central.

La galerie embrasserait deux grandes divisions :

1° Tous les produits dont se compose l'Économie domestique : plans, modèles,

matériaux et procédés de constructions; meubles et objets de ménage; vêtements et linge; outils et instruments; denrées alimentaires; objets concernant les besoins de la vie intellectuelle et morale.

2° Un musée ethnographique des articles usuels de la vie domestique des différents peuples à tous les degrés de l'échelle sociale, avec l'indication des prix de consommation sur place, comme données de fabrication et d'exportation avantageuses.

Le soin de l'admission et de l'examen des articles incomberait à un comité ou jury composé de spécialités.

Il serait rendu compte, dans un bulletin périodique, des nouveautés recommandables. Enfin un catalogue mentionnerait, par ordre de matières, tous les objets figurant à cette Exposition; ce catalogue serait complété par une liste alphabétique des noms des Exposants, accompagnés de leur adresse.

Je ne crois pas qu'il soit nécessaire, pour la mise à exécution, d'avoir recours à l'intervention de l'État. Un haut patronage suffirait dans les commencements pour donner quelque consistance à l'entreprise et mieux fixer l'attention sur elle; mais il y aurait avantage à laisser agir ici l'intérêt privé.

Je crois qu'il y a dans cette voie une grande et utile mission à remplir : il s'agit d'entreprendre, d'une manière pratique, l'amélioration du sort de la classe la plus nombreuse. Une telle tâche est bien propre à exciter les grands cœurs.

J'aurais voulu clore ces considérations par un aperçu comparatif des industries suivant leur nationalité, et embrasser ainsi d'un seul coup d'œil les conséquences qu'il est permis de tirer de l'Exposition universelle de 1855. Mais, outre que, pour remplir une pareille tâche, je sens mon insuffisance, les rapports du Jury international renferment déja ces rapprochements instructifs. Je me bornerai à constater deux faits : le premier, c'est que, dans le court espace de temps qui a séparé l'Exposition universelle de Londres de celle de Paris, l'industrie a fait partout des progrès notables; le second, c'est que la France a son domaine propre, le goût, où nul n'a pu encore l'égaler. Nous importons des machines, et nous parvenons presque toujours à les imiter, souvent même à les perfectionner; mais quand l'étranger veut produire ces œuvres auxquelles le goût donne leur plus grande valeur, il est forcé de faire appel au génie français, en prenant nos artistes et nos ouvriers.

En terminant, je tiens à remercier de nouveau l'Empereur de la mission honorable qui m'a été confiée, et qui m'a permis de diriger ce grand concours du travail où la France a obtenu une place si belle entre toutes les nations. »

PEIGNEUSE PERFECTIONNÉE

A SIX RANGÉES DE PEIGNES

PAR M. J. WARD

(PLANCHE 9)

D'après la description que nous avons donnée dans la précédente livraison de la machine à peigner à quatre séries de peignes, nous croyons avoir peu de chose à dire pour expliquer la seconde peigneuse, représentée de face et en coupe verticale (fig. 1, 2 de la pl. 9), car, à quelques détails près, le mécanisme est exactement le même; nous aurons plutôt à faire voir les différentes particularités qui la distinguent de la première.

Ainsi, le constructeur, cherchant à diviser le peignage, autant que possible, est arrivé à disposer six séries de peignes, et, par suite, autant de pinces chargées de matière, au lieu de quatre, sans augmenter d'une manière notable la largeur du tablier sans fin, tout en laissant presque la même longueur à chaque peigne.

On voit, en effet, que lorsque l'écartement des bâtis dans la peigneuse précédente est de $1^m 815$, celui qui existe dans la nouvelle est de $2^m 400$,

soit $0^m 595$ d'augmentation seulement.

La différence entre la longueur des peignes n'est que de $0^m 025$, ce qui n'a pas d'importance. D'ailleurs, la distance entre les centres des deux axes A et A′ est de $0^m 535$ dans la première et de $0^m 680$ dans la seconde, ce qui augmente, par suite, la surface travaillante des peignes, car, pour chacune des quatre séries de la première, elle est de

$$0^m 535 \times 0.385 = 0^{m.q.} 2059,$$

soit plus de 20 décimètres carrés.

Tandis que pour chacune des six séries de la seconde, elle est de

$$0^m 680 \times 0.360 = 0^m 2448,$$

soit plus de 24 décimètres carrés.

Du reste, pour permettre de bien comparer le travail de chacune des deux machines, nous donnons le tableau suivant des numéros et du nombre de dents ou d'aiguilles qui composent les diverses séries de peignes. Il sera facile d'en déterminer ensuite, d'après la vitesse du tablier sans fin, les degrés de peignage successif sur les poignées de manière textile.

TABLE COMPARATIVE

DES N^{os} ET DU NOMBRE D'AIGUILLES DE CHAQUE SÉRIE DE PEIGNES DANS LES DEUX PEIGNEUSES MÉCANIQUES.

N^{os} des séries de peignes.	PEIGNEUSES A 4 SÉRIES DE PEIGNES.				PEIGNEUSES A 6 SÉRIES DE PEIGNES.			
	N^{os} des fils qui composent les aiguilles [1].		écartement des aiguilles.	nombre d'aiguilles [2].	N^{os} des fils qui composent les aiguilles [1].		écartement des aiguilles.	nombre d'aiguilles [2].
	français.	anglais.			français.	anglais.		
			mill.				mill.	
1re série	18	11	48	3 × 7 = 21	18	11	115	3 × 3 = 9
2e id.	17	12	30.6	3 × 11 = 33	17	12	56	3 × 6 = 18
3e id.	13	15	12.7	4 × 21 = 84	14	14	34	3 × 9 = 27
4e id.	13	15	7.7	4 × 41 = 164	14	14	18	3 × 18 = 54
5e id.	»	»	»	»	10	16	12.6	4 × 25 = 100
6e id.	»	»	»	»	10	16	9.3	4 × 34 = 136

1. On remarquera que les n^{os} des fils de fer ou d'acier ne sont pas composés de même en Angleterre qu'en France; chez nous, le n° le plus élevé correspond au fil le plus gros, tandis que c'est le contraire chez nos voisins. Ainsi, le n° 18 français, qui a 3^{mill} 1/10e de diamètre, est le n° 11 anglais, de même que le n° 13 français, dont la grosseur est d'environ 1^{mill} 1/2, correspond au n° 15 anglais.

2. Dans les premières séries de peignes, les aiguilles sont placées sur trois rangs parallèles à l'axe A et en quinconce, de sorte que l'écartement est réellement partagé en trois parties; dans les dernières séries, les aiguilles étant beaucoup plus fines, se trouvent sur quatre rangs de façon que leur écartement réel, dans le travail, se partage en quatre parties. Ainsi, au lieu de 12^{mill}, par exemple, sur chaque rang, c'est comme si la distance n'était que de 3^{mill}.

Il résulte, comme on le voit, de l'examen de ce tableau, que, dans la peigneuse à six séries de peignes, le nombre et l'écartement des aiguilles suivent une échelle de proportion beaucoup plus étendue que dans la peigneuse à quatre séries. Elles sont sensiblement moins écartées dans celle-ci que dans celle-là, mais aussi le nombre en est notablement plus grand pour chaque série correspondante.

Ainsi, tandis que l'écartement est de 0^{m}048 dans l'une, il est de 0^{m}115 dans l'autre, et chaque peigne de la première série, dans cette dernière, porte 9 dents seulement, tandis qu'il y en a 21 sur chacun des peignes de la série correspondante dans la première.

Pour la dernière série de peignes, la proportion n'est plus la même : l'écartement des aiguilles n'est plus que de 0^{m}0077 dans la machine à quatre séries, tandis qu'il est de 0^{m}0093 dans celle à six séries; mais la quantité d'aiguilles est de 164 dans chaque peigne de la première, et de 136 seulement dans chacun de la seconde.

Cet arrangement, adopté dans la grande peigneuse, est tout à l'avan-

tage du peignage de la matière textile, car alors celle-ci est travaillée moins brusquement, au commencement de l'opération, puisqu'elle est attaquée par des dents plus écartées ; il devient, par suite, moins nécessaire de la peigner préalablement à la main ; et, en outre, comme elle passe plus graduellement sur des séries de peignes qui ont entre eux moins de différence dans le nombre et l'écartement des aiguilles, les fibres sont moins fatiguées, le peignage est évidemment plus divisé, plus régulier, et permet par suite de produire moins d'étoupes et moins de déchets. C'est donc une amélioration notable que M. Ward a apportée dans les peigneuses mécaniques.

Boîtes aux étoupes. — On a vu, pl. 7, que la caisse qui reçoit les étoupes dans la première machine, est séparée de manière à former quatre compartiments, correspondants à chaque série de peignes. En général, dans la pratique, on ne distingue réellement que deux sortes d'étoupes, les grosses et les fines, de sorte que l'on mélange celles des deux premières séries, qui correspondent aux gros peignes, et de même, on mélange celles des deux dernières qui correspondent aux peignes fins.

Dans la nouvelle machine, la caisse M′, d'une forme un peu différente de la précédente, est disposée pour former trois compartiments, dont la capacité est en rapport avec deux séries consécutives. Il en résulte que l'on sépare réellement les étoupes en trois catégories distinctes : la première comprenant les grosses étoupes, et correspondant, par conséquent, aux deux premiers rangs de peignes, qui sont les plus forts ; la seconde comprenant les étoupes moyennes, qui proviennent du peignage des troisième et quatrième séries de peignes ; et enfin la troisième, comprenant les fines étoupes, et qui, par suite, correspond aux deux dernières séries.

Cette division est aussi plus rationnelle, et permet au filateur de tirer un meilleur parti de chaque qualité d'étoupes.

Des excentriques. — Pour bien faire comprendre la forme exacte et la disposition des excentriques, nous avons cru devoir les indiquer en détails sur le dessin pl. 9. Ainsi, les fig. 3 et 4 représentent en vue de face et en coupe l'excentrique à 4 cammes, qui, comme on se le rappelle, est destiné à soulever le chariot porte-pinces ; nous avons fait remarquer que les deux cammes 1 et 3 de cet excentrique ne sont pas tout à fait aussi saillantes que les deux autres n°s 2 et 4, afin que le chariot soit moins levé, quand il se transporte pour changer la position des pinces sur les séries de peignes, que lorsque ces pinces doivent tourner sur elles-mêmes pour présenter la seconde face des poignées de matière textile sur la même série de peignes.

On voit de même, sur les fig. 5 et 6, une vue de face et une vue de côté de l'excentrique T′ qui agit sur le balancier, au moment voulu, pour effectuer la translation du chariot, et, par suite, de toutes les pinces qu'il porte.

Les fig. 7 et 8 représentent également, de face et de côté, l'excentrique qui fait osciller le balancier destiné à agir sur la crémaillère qui doit faire

pivoter les pignons dentés O, afin d'imprimer aux pinces le mouvement demi-rotatif nécessaire pour effectuer le peignage des deux côtés de peignes.

DES BATIS ET DES ENTRETOISES. — Dans la nouvelle peigneuse, les deux châssis de fonte, qui composent le bâti, sont un peu plus élevés que dans la machine précédente, et leur forme est aussi un peu modifiée à la partie supérieure, afin de permettre d'y appliquer les vis de rappel v^3, à l'aide desquelles on peut régler, très-exactement, la position des supports K' qui reçoivent les tourillons de l'arbre des leviers J et J'.

Chacun de ces leviers est formé d'une seule pièce en fonte et dans un même plan à l'extérieur des châssis, ce qui facilite le montage tout en simplifiant la construction.

On peut, par les petites vis de pression v^4, appliquées sur la tête des liens M, régler la hauteur précise des organes qui suspendent le chariot.

La tringle en fer, formant entretoise dans la première peigneuse, est remplacée dans celle-ci par un cadre en fonte M^2, qui est boulonné avec quatre angles sur les faces intérieures des bâtis, ce qui augmente leur rigidité et, par suite, la solidité de la machine.

L'entretoise ou croix de Saint-André, qui relie les deux châssis A^2 par derrière, est aussi modifiée dans sa forme et dans sa construction ; elle est ici disposée de façon, non-seulement à relier les deux bâtis, mais encore à servir de points d'appui ou de supports aux axes des balanciers.

Comme les autres pièces ne sont pas changées, nous n'avons fait que de les désigner par les mêmes lettres, de sorte qu'en lisant la première description, on peut aisément se rendre compte de la disposition et du jeu de tous les organes de cette nouvelle peigneuse.

SERVICE DE LA MACHINE.

Lorsque la machine travaille seule sans être adossée à une seconde peigneuse semblable, il faut généralement quatre personnes pour la desservir; ce sont de jeunes garçons de douze à quinze ans, qui acquièrent, après un certain temps, une grande célérité, et ne laissent perdre aucun instant. Leur besogne est bien distincte et ne porte aucune confusion dans les opérations.

Ainsi, le premier garçon placé en tête de la machine, c'est-à-dire du côté des engrenages de commande des excentriques, est constamment occupé à mettre des poignées de matière brute dans les pinces pour les placer à l'entrée du chariot. On sait que ces poignées sont préparées à l'avance et apportées près de la peigneuse après avoir reçu un dégrossissage à la main, c'est-à-dire après avoir été grossièrement peignées. Le travail de cet enfant consiste alors :

1° A ouvrir la pince qu'il a préalablement couchée sur la table T^2 (fig. 1, pl. 9), qui est appliquée au bâti de la peigneuse, et qui porte des coussins

en bois t^2 dans lesquels s'engage la tête de la mâchoire principale de la pince, afin qu'elle se trouve suffisamment assujétie;

2° A étendre, sur la face intérieure de cette mâchoire, la poignée de lin ou de chanvre qu'il a besoin de disposer de manière à laisser dépasser la plus longue partie des filaments;

3° Puis à fermer la pince en rapportant la seconde mâchoire sur la première, et en serrant l'unique écrou qui suffit pour opérer le serrage.

Mais, pendant cette opération, il est obligé de prendre et de placer immédiatement à l'entrée du chariot la pince chargée de matière déjà peignée d'un bout et que lui apporte le troisième enfant qui va constamment d'une extrémité à l'autre de la machine. Lorsque la pince qu'il vient de charger de matière brute est refermée, il la place de même à l'entrée du chariot, à la suite de la précédente; il en résulte que le chariot porte alternativement des pinces chargées de matière brute et de matière à moitié peignée.

Le second enfant est chargé de retirer les pinces du chariot au fur et à mesure qu'elles arrivent à son extrémité, après avoir passé, comme on l'a vu, devant toutes les séries de peignes. Lorsque c'est une pince chargée de matière peignée des deux bouts, il pose cette pince à plat sur la seconde table T^3, qui est adaptée au côté gauche de la machine, afin de l'ouvrir en desserrant son écrou et d'enlever toute la poignée, qu'il porte sur un plateau à quatre tiges.

Lorsque c'est une pince chargée de matière peignée d'un bout seulement, il la place, en la desserrant, sur une autre partie de la même table T^3, à côté de la pince même qu'il vient d'ouvrir; il couche alors sur celle-ci la poignée de lin par la partie peignée, puis il ferme cette pince en laissant l'autre ouverte à son tour, afin qu'elle soit prête à recevoir la poignée, peignée d'un bout, d'une nouvelle pince chargée qui doit bientôt venir de la machine.

Le troisième enfant sert à prendre, d'une part, la pince laissée libre qui renfermait les poignées peignées des deux bouts, et d'une autre part, la pince dans laquelle le second enfant a serré la poignée qui n'était peignée que d'un seul bout. Il porte ces deux pinces sur la première table T^2 pour les mettre à la disposition du premier garçon, qui les prend successivement, comme nous l'avons dit plus haut, en couchant l'une, celle qui est vide, sur les coussins de la table, afin de la charger de nouvelles matières et en plaçant l'autre, celle qui porte la poignée peignée d'un bout, à l'entrée du chariot.

Ce troisième enfant, qui est alors dans l'obligation de courir, pour ainsi dire, constamment d'un bout à l'autre de la machine, trouve encore le temps d'aider par instant son camarade, soit en retirant les pinces du chariot, soit en commençant à les ouvrir.

Le quatrième enfant est plus particulièrement occupé à prendre les étoupes qu'il a besoin de ne pas mélanger en les mettant dans les sacs destinés à les recevoir, et que le contre-maître du peignage fait classer avant

le cardage ; cet enfant sert aussi à aider l'un ou l'autre de ses camarades, soit pour prendre les poignées de matières entièrement peignées et les mettre en croix sur le plateau à tiges, soit pour serrer ou desserrer les pinces. Il peut suffire aussi à enlever les étoupes d'une seconde peigneuse, qui serait placée à peu de distance de la première, de sorte que, dans ce cas, on compterait réellement sept garçons pour le service des deux machines.

On comprend sans doute très-facilement que si l'on dispose les deux machines de manière à se trouver dos à dos, en plaçant une longue table à chaque bout, on pourra les desservir avec moins de personnes. On évite, en effet, ce transport continuel des pinces, puisqu'à la première machine on n'a qu'à retirer les pinces chargées et peignées d'un bout, et à les placer, après avoir retourné les peignes, immédiatement à l'entrée du chariot de la seconde machine, dont la sortie se trouve alors du côté opposé : c'est ce qui a lieu avec les quatre premières peigneuses de Saint-Martin. Placées d'abord sur une seule ligne, M. Brière les a fait déranger pour les accoupler deux par deux. De cette façon, le premier enfant n'a plus qu'à prendre chaque pince vide et à l'ouvrir pour y étendre la poignée de matière brute, en ayant soin que la plus longue partie des filaments dépasse d'un bout, puis, après l'avoir fermée, à la poser sur l'extrémité du chariot, cette plus longue partie en bas.

Le second enfant, placé à l'autre extrémité de la peigneuse, est seulement chargé de recevoir les pinces qui portent la matière peignée d'un bout, puis d'ouvrir ces pinces, d'y retourner la poignée bout par bout, afin de présenter la partie non peignée en dehors, et, après les avoir fermées, de les donner au troisième enfant, qui les prend et les place successivement à l'entrée du chariot de la seconde machine, dont la tête se trouve alors du côté de la sortie de la première.

Comme ce troisième enfant serait réellement peu occupé, il peut très-bien aider son camarade.

Enfin, le quatrième garçon reçoit les pinces sortant de la deuxième peigneuse, et dont les matières sont alors peignées des deux bouts; il les remet au premier enfant, qu'il aide aussi à ouvrir et à fermer l'une ou l'autre des pinces.

Ces quatre enfants, qui desservent ainsi deux peigneuses accouplées, sont bien moins occupés que ceux qui alimentent une seule et même machine. Ils sont, par suite, moins susceptibles de fatiguer, et l'un ou l'autre peut fort bien enlever les étoupes et les mettre en sac toutes les fois qu'il est nécessaire.

Lorsque le tambour de la peigneuse fait 120 révolutions par minute, et que l'arbre des excentriques fait dans le même temps 4 tours sur lui-même, ce qui est à peu près la moyenne de la vitesse adoptée dans la pratique, comme deux pinces doivent entrer à chaque révolution de cet arbre, et deux pinces doivent également sortir, on voit que l'enfant

chargé d'alimenter le chariot est obligé d'y placer huit pinces par minute, et, de même, celui qui est chargé de les recevoir, doit aussi en retirer huit.

RÉSULTATS DE TRAVAIL DE LA PEIGNEUSE.

Il nous a paru intéressant et utile tout à la fois de montrer les résultats de travail que l'on peut obtenir, avec une telle machine, dans les différentes circonstances qui peuvent se présenter en fabrication.

Nous ferons remarquer que ces résultats sont très-variables, selon la nature même des matières textiles à traiter. Lorsque les lins sont fins et tendres, par exemple, comme ceux de Russie, il faut les ménager en les attaquant le moins brusquement possible; ils ont aussi besoin d'être peignés moins profondément que les lins à fibres fortes. Il en est de même des chanvres. Or, entre les filaments les plus tendres et les filaments les plus durs, il y a nécessairement bien des variétés. C'est au chef des peigneurs à savoir proportionner le degré de peignage qu'il doit faire produire à la machine, selon la qualité de la matière. Pour cela, il peut varier, à sa volonté, soit la vitesse des peignes ou la vitesse des pinces, soit le poids des poignées serrées entre celles-ci.

La peigneuse perfectionnée a encore cet avantage, qu'on peut, sans changer la vitesse de ses organes, varier le degré de peignage de la matière, au moyen des vis de rappel v^2, destinées à avancer ou reculer l'axe du levier J, qui se trouve lié avec deux tiges M, articulées aux extrémités du chariot L. Ces tiges peuvent varier, à leurs extrémités supérieures, au moyen de doubles vis de rappel v^3, placées à cet effet. La combinaison de ces vis et celle de l'axe du grand levier J, permettent d'incliner plus ou moins le chariot, et d'engager ou de dégager la matière afin de lui donner un peignage plus ou moins profond.

Ainsi, d'un côté :

On peut, à volonté, faire marcher l'arbre moteur de 110 à 120 et même à 130 révolutions par minute; par conséquent, d'après le diamètre du cylindre qui entraîne le tablier ou la chaîne sans fin des peignes, la vitesse de ceux-ci peut être de $1^m 146$ à $1^m 250$ et même $1^m 371$ par seconde.

En effet, la circonférence du cylindre est de $0^m 625$, d'où il résulte que, pour 110 tours par minute, on a

$$\frac{0^m 625 \times 110}{60} = 1^m 146 \text{ par seconde;}$$

Et, par suite, pour les vitesses de 120 et de 130 tours, on a nécessairement

$$\frac{0.625 \times 120}{60} = 1^m 250 \text{ et } \frac{0,625 \times 130}{60} = 1^m 371.$$

Or, comme l'écartement des peignes est de 0^m0625, ce qui fait qu'il en passe constamment 10 par chaque révolution du cylindre, on trouve que le nombre de coups de chacun de ces peignes est de 11 par seconde pour la vitesse de 110 tours, de 12 pour la vitesse de 120 tours et de 13 pour celle de 130 tours.

Par conséquent, chaque poignée de matière soumise à la machine reçoit, pendant le peignage sur une face, le passage de 22, 24 à 26 dents ou aiguilles par les peignes chargés de deux rangs, ce qui a lieu au commencement; celui de 33, 36 à 39 dents, par ceux de trois rangs, ce qui correspond au milieu; et enfin le passage de 44, 48 à 52 dents par les peignes chargés de quatre rangs, comme ceux qui terminent.

D'un autre côté :

On compte, à chaque peigneuse, quatre pignons de rechange pour la commande des pinces, lesquels sont, pour la nouvelle, de 40, 45, 50 et 55 dents; par conséquent, on peut obtenir, pour ces dernières, quatre vitesses différentes pour le même nombre de révolutions de l'arbre moteur.

Or, par les divers engrenages intermédiaires qui transmettent le mouvement de cet arbre à celui des excentriques, on a successivement, avec ces 4 pignons, les résultats suivants :

$$\frac{60}{40} \times \frac{105}{25} \times \frac{100}{16} = \frac{630.000}{16.000} = 39{,}275 \text{ (1)},$$

$$\frac{60}{45} \times \frac{105}{25} \times \frac{100}{16} = \frac{630.000}{18.000} = 35{,}000,$$

$$\frac{60}{50} \times \frac{105}{25} \times \frac{100}{16} = \frac{630.000}{20.000} = 31{,}500,$$

$$\text{et } \frac{60}{55} \times \frac{105}{25} \times \frac{100}{16} = \frac{630.000}{22.000} = 28{,}636,$$

c'est-à-dire que, dans le premier cas, avec le pignon de 40 dents, l'arbre des excentriques fait un tour seulement pour 39,275 révolutions de l'arbre moteur;

Dans le second cas, avec le pignon de 45 dents, il en fait un pour 35 de cet arbre;

Et enfin, dans les troisième et quatrième cas, avec les pignons de 50 et de 55 dents, les rapports entre ces deux arbres sont de 1 à 31,5, et 1 à 28,638.

D'après cela, il est facile de déterminer le nombre de pinces, chargées de matière, qui doivent passer, dans un temps donné, devant les diverses séries de peignes.

(1) On se rappelle que la roue dentée placée sur le bout de l'arbre des excentriques est de 100 dents, que le pignon qui la commande en a 16, et que la roue intermédiaire montée sur le même axe que ce pignon en porte 105 ; qu'enfin celle-ci engrène avec un pignon de 25 dents, qui est commandée par la roue de 60 recevant son mouvement du pignon de rechange.

A 110 tours par minute, le nombre de révolutions de l'arbre moteur en 12 heures de travail est de

$$110 \times 60 \times 12 = 79,200;$$

A 120 tours, il devient, dans le même temps,

$$120 \times 60 \times 12 = 86,400;$$

Et, à 130 tours, il est de

$$130 \times 60 \times 12 = 93,600.$$

Nous admettons, dans chaque cas, qu'il n'y ait pas d'interruption pendant tout ce temps de travail, ce qui suppose, par conséquent, que l'on compte sur un maximum.

Le nombre des tours correspondants de l'arbre des excentriques seront alors, suivant les rapports ci-dessus, respectivement de :

$$1^{\circ}\ \frac{79,200}{39,275} = 2016,54\ \frac{86,400}{39,275} = 2199,87 \text{ et } \frac{93,600}{39,275} = 2383,19;$$

$$2^{\circ}\ \frac{79,200}{35} = 2262,85\ \frac{86,400}{35} = 2468,57 \text{ et } \frac{93,600}{35} = 2678,28;$$

$$3^{\circ}\ \frac{79,200}{31,50} = 2514,28\ \frac{86,400}{31,50} = 2742,85 \text{ et } \frac{93,600}{31,50} = 2971,42;$$

$$4^{\circ}\ \frac{79,200}{28,636} = 2765,78\ \frac{86,400}{28,636} = 3017,18 \text{ et } \frac{93,600}{28,636} = 3268,61.$$

Comme nous avons vu qu'à chaque révolution de l'arbre des excentriques, chaque pince s'avance deux fois et pivote sur elle-même également deux fois, il est évident qu'il sort de la machine deux pinces ayant chacune une poignée de matières peignées d'un bout, mais sur les deux faces.

Par conséquent, lorsque l'arbre des excentriques fait 2011,4 révolutions dans la journée de 12 heures, il a fait passer, devant les séries de peignes,

$$2016,5 \times 2 = 4033, \text{ pinces},$$

dont toutes les poignées ont été peignées d'un bout et sur les deux faces.

C'est comme s'il était passé alors 2016,5 poignées de la même matière, peignée entièrement des deux bouts et sur les deux faces.

Nous pouvons établir, par suite, que si chaque poignée pesait 130 grammes, par exemple, la quantité de matière peignée totalement eût été, au maximum, de

$$2016,5 \times 130^{g.} = 262,145.$$

Nous disons au *maximum* pour la vitesse supposée, parce que nous

admettons qu'il n'y a eu aucune perte de temps, aucune interruption pendant le travail, ce qui ne peut pas être évidemment; mais, en pratique, on peut aisément tenir compte des réductions à faire, et que l'on doit porter à 1/12 ou 1/10 au plus.

En suivant ce calcul, on voit que l'on déterminerait de la même manière les quantités de matière peignée correspondant aux autres vitesses; ces quantités seraient évidemment de plus en plus grandes pour des vitesses plus considérables, au point qu'elles pourraient s'élever à plus de 400 kilogrammes par jour, puisqu'à 130 tours, avec le pignon de 55 dents, on obtiendrait 426$^{kil.}$ 273.

A plus forte raison, si, au lieu de changer les pinces de 130 grammes seulement, on les chargeait de 135 et même de 140 grammes, ce qui peut arriver pour certaines matières qui, comme nous l'avons dit, n'ont pas besoin d'être aussi fortement peignées que d'autres; dans ce cas, les quantités de travail produit seraient encore plus grandes.

C'est ce dont on peut, du reste, se rendre compte, en jetant les yeux sur le tableau suivant, qui résume et généralise les calculs que nous venons de faire, dans l'étendue des vitesses admises, et du poids variable des poignées.

TABLE RELATIVE AU MAXIMUM DE TRAVAIL

QUE L'ON PEUT PRODUIRE SUR LA MACHINE A PEIGNER, A DIFFÉRENTES VITESSES, ET AVEC DES POIGNÉES DE MATIÈRES PLUS OU MOINS FORTES.

NOMBRE de révolutions de la poulie motrice.	AVEC les pignons de :	QUANTITÉ DE CHANVRES PEIGNÉS PAR 12 HEURES, suivant que la poignée de chaque pince est de :		
		130 grammes.	135 grammes.	140 grammes.
par minute.	dents.	kil.	kil.	kil.
110	40	262.145	272.232	282.315
	45	294.170	305.484	316.799
	50	326.856	339.427	351.999
	55	359.551	373.980	387.209
120	40	285.983	296.982	307.981
	45	320.914	333.256	345.599
	50	356.570	370.284	383.999
	55	392.233	407.319	422.405
130	40	309.814	321.730	333.946
	45	347.656	361.027	374.399
	50	386.284	401.141	415.998
	55	421.919	441.272	457.605

On voit que le filateur a toute la latitude désirable pour régler l'opération du peignage en rapport avec la nature même des matières qu'il est susceptible de traiter. Par l'expérience qu'il acquiert, par l'habitude et la pratique de son contre-maître chargé spécialement de la peignerie, il arrive aisément à combiner la vitesse de sa machine et le poids de chaque poignée, de manière à obtenir le travail régulier convenable, en produisant le moins de déchet possible, en faisant le plus de longs brins et en extrayant le moins d'étoupes.

RÉSULTATS PRATIQUES DU PEIGNAGE.

A Saint-Martin, où l'on ne traite que des chanvres de diverses provenances, nous avons pu constater que le produit de chaque peigneuse est, en général, de 250 à 300 kilogrammes de matières peignées des deux bouts, par journée de 12 heures. M. Brière tenant, avant tout, à un peignage parfait, et surtout à la production de longs brins, ne les fait pas marcher à plus de 110 à 115 révolutions par minute, et il est rare que les pinces soient chargées de plus de 130 grammes de chanvre chacune.

On sait que le chanvre est une matière plus dure, mais aussi beaucoup plus forte, plus résistante que le lin; et comme il est aussi considérablement plus long, il faut de toute nécessité le couper en deux ou en trois parties avant de le soumettre au peignage, et après l'avoir assoupli à une maillerie pendant 15 à 20 minutes (1). L'on est, en outre, dans l'obligation de le *débloquer*, c'est-à-dire que l'ouvrier, qui est appelé à cet effet *débloqueur*, le prend par poignées, et peigne successivement chaque bout, à la main, sur des peignes fixes, afin d'en enlever les plus grosses étoupes, qui, sans cette opération préparatoire, fatigueraient la machine et ne lui permettraient pas de faire un travail aussi régulier que celui qu'elle donne, et d'obtenir autant de produit dans le même temps.

Toutes les poignées de longs brins sortant de la peigneuse mécanique sont repassées avant d'être portées à la filature. Les ouvriers chargés de cette dernière opération se nomment *repasseurs;* leur travail, comme on le comprend, est infiniment moins pénible que celui des *peigneurs* à la main, et par suite beaucoup plus considérable.

(1) La machine à assouplir le chanvre en usage à l'usine de Saint-Martin a été notablement modifiée et perfectionnée par M. Brière; elle consiste en deux meules verticales qui sont arrondies à la circonférence extérieure, de manière à ne porter que sur une partie étroite, vers les deux tiers de leur épaisseur, qui est au moins de $0^m,50$; ces meules ont 1 mèt. 20 de diamètre, et se promènent en tournant, sur une table horizontale légèrement creuse, sur laquelle deux ou trois hommes viennent apporter les paquets de chanvre qu'ils étendent et retournent sans cesse, afin qu'elles reçoivent la pression des meules à chaque passage.

Le produit de cette machine est de 1000 à 1100 kilogr. par jour, ce qui est trois fois plus considérable que celui des mailleries à une seule meule, que nous avons vues dans les environs. Elle donne aussi beaucoup moins de déchet, car on compte chez M. Brière à peine 3 à 4 pour 0/0, tandis qu'ils sont de plus de 10 pour 0/0 avec les autres.

Aussi, malgré cette double main-d'œuvre du *débloquage* et du *repassage* exigée pour le peignage mécanique, on trouve encore avantage à employer des machines. Cet avantage consiste principalement dans la supériorité des étoupes obtenues par ces machines comparées à celles des peigneurs à la main qui sont ordinairement plus grossières, et dans le prix de main-d'œuvre qui est moins élevé; mais un *bon ouvrier peigneur* donne toujours un résultat supérieur en brin. Somme toute, entre une bonne peigneuse mécanique et un bon ouvrier peigneur, il y a compensation comme question économique. La difficulté de se procurer de bons peigneurs à la main est une des causes principales qui fait substituer le peignage mécanique au peignage manuel. Quant aux lins coupés, la mécanique doit être exclusivement appliquée à cet usage.

PRIX DES PEIGNEUSES MÉCANIQUES.

Le prix des peigneuses à quatre séries de peignes, comme celle représentée sur les pl. 7 et 8, est de 3,500 francs, prise dans les ateliers du constructeur, à Moulins-Lille, avec les pignons de rechange et les séries complètes de peignes, mais sans les tables sur lesquelles se couchent les pinces pour les charger et les décharger.

Le prix de la peigneuse à six séries de peignes, qui est notablement plus grande, est de 4,500 francs, y compris également les accessoires, mais sans la commande ni les tables. M. Ward, en livrant de telles machines, annonce qu'elles peuvent peigner 400 kilogrammes de matière par journée de 12 heures. On a vu plus haut que le travail peut être très-différent.

APERÇU SOMMAIRE SUR LE RENDEMENT ET LA RICHESSE FIBRILLAIRE DES CHANVRES ET DES LINS.

Nous avons dit que les lins, comme les chanvres, sont de qualité très-variable, suivant leur provenance, les localités d'où on les tire et la nature même des terrains où ils sont cultivés; aussi les quantités de longs brins et d'étoupes sont elles-mêmes extrêmement variables, et, par suite, la valeur de la matière première plus ou moins élevée.

Ainsi, par exemple, les chanvres d'Italie qui ont jusqu'à trois mètres et plus de hauteur, sont beaucoup plus beaux et produisent plus de filasse et sensiblement moins d'étoupes que les chanvres d'Auvergne ou d'Anjou qui sont beaucoup plus courts, plus durs, et donnent en outre plus de déchets. Aussi le filateur préfère-t-il souvent acheter des chanvres d'Italie, dont les prix varient selont les qualités de 110 à 140 francs rendus au lieu de fabrication, tandis que certains chanvres d'autres contrées ne coûtent que 85 à 110 francs.

Les rendements en filasse sont aussi variables dans les matières textiles

que les qualités de ces matières elles-mêmes : la force, la grosseur, la finesse aussi bien que la longueur, influent notablement sur les quantités relatives de la filasse, des étoupes et du déchet; l'influence des climats, la nature des terrains, les rouissages, contribuent d'une manière sensible à rendre les fibres plus ou moins fortes, plus ou moins cassantes, plus ou moins longues, fines, souples ou déliées. Il en résulte cette conséquence remarquable, et que l'on comprendra aisément : que la qualité des matières textiles varie chaque année dans les mêmes localités selon les variations de la température pendant l'époque où s'opère la croissance et la maturité des plantes. D'un autre côté, la culture et le rouissage ne s'opérant pas avec le même degré d'intelligence par chaque cultivateur, il y a encore dans cette circonstance des variations très-notables. De sorte qu'il n'est pas possible de déterminer à l'avance un chiffre exact de la moyenne du rendement des lins ou des chanvres de telles ou telles localités pendant deux années différentes.

En général, les pays où les lins produisent le plus de rendement en filasse sont en premier lieu la Hollande, la Belgique et Bernay; viennent ensuite les lins d'Irlande, de la haute Picardie, du pays de Caux, de Pernau et d'Archangel; les lins de la basse Picardie, de la Courlande, de la Prusse et de l'Anjou sont ceux qui en donnent le moins. Les chanvres par ordre de plus grand rendement sont : les environs de Bologne en Italie, l'Anjou, la Normandie, la Picardie, le Dauphiné et la Sarthe.

L'amélioration de la qualité des matières textiles par la culture, en présence de l'accroissement considérable des filatures mécaniques procurant au cultivateur un débouché certain, a fait de grands progrès en ce qu'il s'agit des lins; quant aux chanvres, malgré la supériorité de leurs fibres, qui sont plus résistantes aussi bien à la tension longitudinale qu'à la flexion angulaire, qui s'altèrent moins à l'action de l'humidité, à celle de la transpiration du corps de l'homme, comme à celle des lessives plus ou moins caustiques, produisent conséquemment pour l'économie domestique des toiles d'une durée infiniment plus longue que celles fabriquées avec des fils de lin; les chanvres, disons-nous, malgré leur richesse fibrillaire, n'ont pas rencontré, sous le rapport de leur culture les mêmes encouragements que les lins, n'ayant pas eu à satisfaire progressivement comme ces derniers à des besoins manufacturiers.

La force fibrillaire des chanvres qui fait leur supériorité sur la plupart des autres matières textiles a été précisément, pendant longtemps, un obstacle au traitement de cette matière par la mécanique.

Les fibrilles qui sont rattachées les unes aux autres pour former la filasse étant plus résistantes que celles du lin, la gomme qui les unit s'amollissant plus difficilement sous l'action de l'eau chaude, l'assemblage fibrillaire du chanvre, comme on le conçoit, présente une plus grande résistance à l'action de la division des fibrilles par les machines; d'où il s'ensuit que, pour filer mécaniquement cette matière, il est nécessaire d'employer des ma-

chines spéciales, plus puissantes, plus robustes que pour la filature du lin.

Or, comme les tentatives faites par les filateurs pour filer le chanvre à l'usage des tisserands ont été opérées sur des machines construites pour filer le lin, les résultats ayant été infructueux, la filature mécanique du chanvre, jusqu'à ces derniers temps, est restée stationnaire, aussi bien que la culture de ce textile qui n'a eu à alimenter que la fabrication des cordages et des ouvrages grossiers.

L'opinion, bien arrêtée dans l'esprit des populations rurales sur la supériorité des toiles de chanvre sur celles de lin, a permis aux fileuses à la main de lutter contre les produits très-inférieurs de mauvais lins employés pour la fabrication des toiles de ménage; mais, à l'ombre de l'indifférence de notre législation sur la matière, en l'absence d'une marque obligatoire des produits de nos fabriques, la fraude qui s'introduit partout et que nous considérons comme un mal endémique de notre époque, écrase la fabrication des vraies toiles de chanvre en faisant passer dans le commerce des produits gommés, ornés et apprêtés de telle sorte qu'elle défie, par son bas prix, auquel le consommateur se laisse prendre très-facilement, toute espèce de concurrence.

Ce n'est donc pas sans un vif intérêt que nous avons vu, avec détail, les divers procédés, employés à la filature de Saint-Martin-lez-Riom, pour filer les chanvres propres à la fabrication des bonnes toiles de ménage; il serait à désirer que des encouragements fussent accordés pour le développement de cette industrie en France.

La filature du chanvre, nous pouvons le dire avec M. Brière, s'opère maintenant aussi facilement que celle du lin : c'est une industrie éminemment nationale qui a ses racines dans l'agriculture dont elle consomme les produits; elle s'allie d'un autre côté aux travaux agricoles, en occupant l'hiver, dans les campagnes, au tissage des toiles, les bras qui reviennent à l'agriculture pendant l'été.

L'encouragement que réclame cette industrie si intéressante, en l'envisageant sous tous les points de vue de l'économie sociale, n'est autre qu'un simple décret *obligeant* le fabricant, quel qu'il soit, à apposer une marque sur ses produits (1). Nous sommes convaincu, dit M. Brière, qu'avec cet élément de conservation, l'industrie, dont il s'agit, saura se défendre contre la concurrence frauduleuse, qui se produit d'une manière si déplorable au préjudice de la classe ouvrière et des populations rurales qui consomment presque exclusivement les toiles de chanvre.

(1) Une nouvelle loi votée par le corps législatif le 12 mai 1857, délibérée et votée par le sénat le 4 mai suivant, et enfin décrétée par l'Empereur au palais de Saint-Cloud, le 23 juin suivant, pour être mis en vigueur six mois après, règle maintenant les marques de fabrique et de commerce.

Le dépôt desdites marques doit être fait en double; *il est facultatif*. — Dans certains cas seulement, et par décrets spéciaux, il pourra être obligatoire.

FORGES A FER ET ACIÉRIES

De MM. H^te PETIN, GAUDET et Ce

A SAINT-CHAMOND, ASSAILLY ET RIVE-DE-GIER



De toutes les usines que nous avons visitées récemment en France, il n'en est pas, nous ne craignons pas de le dire, qui nous ait aussi vivement intéressé que les forges de Saint-Chamond et de Rive-de-Gier, fondées et successivement agrandies par MM. H^te Petin et Gaudet.

Ces forges se distinguent par leur spécialité, par la nature même des travaux qu'elles exécutent, soit pour les chemins de fer, soit pour la marine et la construction des machines. D'un côté, elles fabriquent le fer et l'acier nécessaires à leurs besoins, et, de l'autre, elles livrent des produits entièrement finis, tels que des essieux droits et coudés, des cercles et bandages de roues, des arbres et manivelles de fortes dimensions, des bielles, des pistons, des glissières, et en particulier des roues pleines, etc.

Nous sommes convaincu qu'aucun établissement de ce genre, en Europe, ne peut produire autant que ces usines, et surtout opérer avec autant de rapidité, d'économie et de régularité.

Ainsi, MM. H^te Petin, Gaudet et Ce livrent journellement, de Saint-Chamond seulement, aux chemins de fer 250 à 300 bandages de roues pour wagons, et il ne leur serait pas difficile, sans augmenter leur matériel, d'en fabriquer à peu près le double, c'est-à-dire plus qu'il n'en faudrait pour alimenter le monde entier dans l'état actuel des voies ferrées.

En Angleterre, où l'industrie des railways s'est développée sur une très-grande échelle, il n'existe pas un établissement de cette importance susceptible d'une telle production. Nous n'en connaissons pas d'ailleurs qui, malgré le grand nombre de patentes anglaises prises spécialement pour les différents systèmes de fabrication de roues et de bandages, aient appliqué jusqu'ici le mode particulier dû aux habiles fabricants de Rive-de-Gier, quoique les avantages qu'ils présentent dans la pratique, comme sécurité et comme durée, soient d'ailleurs incontestables.

Il est en effet curieux non-seulement de voir avec quelle célérité ces objets sont exécutés, mais encore de connaître les procédés et moyens mécaniques imaginés par MM. Petin et Gaudet pour cette fabrication inté-

ressante qui diffère essentiellement de celle en usage pour les bandages droits et roues ordinaires.

Ces procédés, qui ont été l'objet de plusieurs brevets pris en France et dans les principaux pays du continent, se distinguent surtout par les résultats, en ce que les roues comme les bandages sont entièrement sans soudure; condition essentielle qui les ont fait adopter d'une manière générale par la plupart des compagnies de chemins de fer.

Pour les bandages, par exemple, qu'on s'imagine une barre de fer méplat, laminée à l'épaisseur et à la longueur voulues, pour correspondre à une dimension de cercle déterminée, transportée encore chaude, aussitôt après son laminage, sur un cylindre horizontal légèrement conique, disposé à l'extérieur même des laminoirs et tournant comme eux. Cette barre, appuyée par son extrémité contre l'embase du cylindre au moyen d'un support mobile qui doit servir de guide, s'y contourne en spirale, y faisant successivement plusieurs tours, de sorte qu'en sortant on a une rondelle héliçoïdale, dont les spires se touchent, et que l'on enlève facilement du cylindre à cause de sa forme conique.

L'opération s'effectue avec une rapidité telle que le fer n'est chauffé qu'une seule fois pour former la barre en la passant dans les différentes cannelures des laminoirs, et pour la contourner en hélice autour du cylindre conique. C'est à peine, en effet, si l'on peut suivre le travail depuis l'entrée aux laminoirs jusqu'à la sortie dans le bassin d'eau qui reçoit la rondelle pour la refroidir.

Ces rondelles sont portées au four à réchauffer pour être chauffées au blanc soudant; on les soumet, dans cet état, à l'action d'un marteau-pilon à vapeur, dont l'enclume porte une étampe ou matrice en fonte qui présente la forme correspondante au cercle avec son rebord ou boudin saillant; seulement ce cercle est évidemment d'un diamètre restreint, à peine moitié de celui qu'il doit avoir lorsqu'il sera fini, mais aussi d'une plus forte épaisseur.

Ce sont ces cercles, ainsi préparés et bien corroyés, que l'on chauffe à nouveau, dans des fours spéciaux qui peuvent en contenir un certain nombre. Les ouvriers, chargés de les prendre au fur et à mesure qu'ils ont acquis la température voulue, les portent d'abord à un premier laminoir spécial où, à l'aide de galets mobiles pressant sur la circonférence extérieure, on les agrandit successivement en leur conservant la forme circulaire; puis ils les transportent, encore suffisamment chauds, à un second laminoir semblable, mais plus précis, qui les augmente encore et les arrête exactement au diamètre voulu.

Cette double opération est tellement rapide, que nous n'avons pas compté plus de deux minutes pour aller chercher le cercle au four, le porter au premier laminoir, puis de celui-ci, après être agrandi, au second laminoir pour s'achever et, de là, le transporter à un appareil bien simple et en même temps fort utile, une sorte de mandrin destiné à le terminer com-

plétement, en précisant d'une manière rigoureuse la forme intérieure et la forme extérieure, et en le précipitant ensuite dans un bassin d'eau, placé au-dessous, pour le refroidir.

Il faut dire aussi que si de telles opérations se font avec une si grande célérité, c'est que les hommes n'ont pas de charge réellement à porter; ils sont constamment aidés dans leur travail par des chariots mobiles roulant sur des chemins de fer situés à quatre ou cinq mètres au-dessus des appareils, de telle sorte qu'ils n'ont réellement qu'à diriger les pièces soutenues par des griffes mécaniques qui les relient aux chariots. Nous avons compté une demi-minute pour le passage à chaque laminoir et une minute pour les transports successifs d'un appareil à l'autre.

Pour la fabrication des roues pleines en fer, on emploie également les mêmes procédés avec des barres contournées en rondelles héliçoïdales et corroyées au marteau-pilon, puis portées au laminoir qui se distingue des précédents par la disposition même des galets et du mécanisme général, à l'aide duquel on agrandit successivement le diamètre en aplatissant la toile ou le corps de la roue. Cet appareil est vraiment fort ingénieux et, entre les mains de l'habile contre-maître de l'usine, il est devenu entièrement pratique.

A Saint-Chamond on prépare aussi les grosses pièces qui doivent servir à la confection des essieux et des arbres de toute espèce; c'est ainsi que l'on a toujours en fabrication courante une foule de paquets, cylindres plus ou moins forts, et formés de barres de fer plat que l'on transporte à la forge de Rive-de-Gier, pour en tirer des essieux droits et des essieux coudés. On y voit, par cela même, un grand nombre de fours à puddler et de fours à réchauffer.

Cette usine produit, à elle seule, plus de 80000 kilogrammes de fer par jour, et pourrait aisément, sans augmenter son matériel, en fabriquer 120 à 130000.

Un atelier spécial, parfaitement outillé, est constamment occupé à finir les pièces qui doivent être livrées directement aux chemins de fer. Ainsi, nous y avons remarqué les tours à chariot pour tourner les essieux droits et leurs collets, les gros tours à plateaux pour tourner intérieurement les bandages et les ajuster sur leurs roues, des machines à rainer à double chariot pour pratiquer les deux rainures à la fois sur chaque essieu (1), des machines à percer, à raboter et à aléser; de gros tours à deux supports pour tourner ensemble les deux roues montées sur leur essieu, etc.

Nous citerons surtout, comme améliorations remarquables, apportées par MM. Petin et Gaudet, dans leur importante forge de Saint-Chamond:

1° Leurs fours à puddler, marchant par l'air comprimé, avec foyer fermé, et qui permettent d'obtenir une grande régularité dans le travail, tout en réalisant une économie notable dans la consommation du combustible;

(1) Nous publierons prochainement ce genre de machine, d'une construction ingénieuse, que l'on doit à MM. Ducommun et Dubied, qui ont bien voulu nous en communiquer les dessins.

2° Les mécanismes appliqués aux laminoirs pour leur présenter les pièces sortant des fours à réchauffer, en les abaissant ou les relevant toujours à la hauteur convenable, sans fatigue pour les hommes;

3° L'application d'une petite machine à vapeur aux cylindres des laminoirs, afin de permettre de changer aisément le sens de leur mouvement rotatif;

4° Les petites grues ou chariots mobiles suspendus sur des chemins de fer élevés, qui donnent aux ouvriers la facilité de transporter les pièces chauffées d'un appareil à l'autre;

5° Les griffes mécaniques qui servent particulièrement à prendre et à porter, dans les fours à souder, les rondelles destinées à la fabrication des bandages et des roues; ces griffes, que nous ne tarderons pas à publier avec détail, sont d'un très-grande service, en ce qu'elles facilitent beaucoup la main-d'œuvre et qu'elles éloignent l'ouvrier de la chaleur ardente des pièces; elles sont dues à M. Potdevin (1), contre-maître fort intelligent que MM. Petin et Gaudet ont placé, en l'intéressant, à la tête de leur forge de Rive-de-Gier.

Cette usine de Rive-de-Gier n'est pas moins remarquable que celle de Saint-Chamond par l'importance des pièces de forge que l'on y exécute. On y fabrique particulièrement les essieux coudés, les arbres de toutes dimensions, les bielles, les manivelles, les pistons, les glissières et toutes les pièces de machines. C'est là où l'on a forgé ce fameux arbre coudé de 23000 kilogrammes dont on a vu le modèle à l'Exposition universelle, et destiné au navire *l'Eylau*, construit par la maison Cavé; nous avons vu le châssis qui a servi à déterminer la dimension du paquet de fer qu'il a fallu préparer pour cet arbre, et dont l'ouverture carrée intérieure n'a pas moins de 2 mètres de côté.

Le marteau à vapeur, à l'aide duquel on a exécuté cette énorme pièce, est certainement le plus puissant qui existe; le poids seul du pilon est de 12000 kilogrammes et sa course peut être de 3 mètres à 3m 30, et cependant il est rendu d'une manœuvre très-facile par l'application des soupapes équilibrées au lieu de tiroir, comme celles que M. Révollier a adoptées dans ses machines horizontales que nous donnons pl. 2e. Lors de notre visite, ce marteau corroyait un arbre droit de 5 à 6000 kilogrammes; le paquet préparé pour cet arbre pouvait avoir environ 0m 60 de diamètre; à chaque coup qu'il recevait du marteau, il diminuait de plus de 0m 10. Près de trente hommes servaient à la manœuvre, mais ne fatiguaient pas, parce que leur seul travail consistait à pousser la pièce plus ou moins sur l'enclume ou à la tirer. Or, cette opération s'effectuait, au commandement du contre-maître, avec d'autant plus de facilité, que toute la charge était sou-

(1) M. Potdevin, sous la recommandation spéciale de MM. Petin et Gaudet, a reçu, en 1855, la médaille de 1re classe et la décoration de la Légion d'honneur. Le système de griffes qu'il a imaginé et perfectionné, pour porter les pièces rondes telles que les rondelles, a été breveté en son nom, à la date du 11 mars 1852. Nous les regardons comme indispensables dans un grand nombre de cas.

tenue par une grande grue placée près du four et de l'appareil, et la manœuvre de cette grue, dans le transport, était elle-même rendue très-facile, par une petite machine à vapeur qui, appliquée à faire mouvoir le ventilateur, servait en même temps à enrouler sur un treuil et à dérouler successivement la corde même attachée au bras de la grue, disposition que nous avons trouvée fort ingénieuse et qui nous a démontré une fois de plus combien MM. Petin et Gaudet cherchent à réduire la peine des hommes, en appliquant partout et toujours des moyens mécaniques.

Les essieux droits pour wagons, qu'on livre par centaines aux compagnies, se fabriquent avec une célérité remarquable. Préparés en paquets cylindriques à Saint-Chamond, où ils ont déjà été corroyés, ils sont coupés par le milieu (chaque paquet étant généralement fait pour deux essieux) et chauffés successivement à chaque bout pour être soumis aux marteaux-pilons; or, les étampes, appliquées à ces marteaux, sont disposées de telle façon que d'une seule chaude on réduit le tourillon à la grosseur qu'il doit avoir, en lui donnant la forme voulue, et on le rogne exactement à sa longueur en ménageant l'embase qui le termine.

Les essieux coudés, qui ont été pendant longtemps considérés comme des pièces très-difficiles à faire, et qui présentaient souvent, par leur mode même de confection, des chances de rupture, sont devenus également, dans cet établissement, une spécialité très-importante, grâce aux moyens particuliers employés et imaginés encore par MM. Petin et Gaudet.

La difficulté réelle de ces sortes de pièces est de conserver au fer tout son nerf en évidant les coudes ou manivelles. Ces habiles fabricants y sont parvenus par un procédé fort ingénieux, mais en même temps très-hardi. Habitués à se servir du marteau-pilon et des étampes, ils ont compris qu'il pouvait être possible, malgré la forte dimension des pièces, de les couder à chaud entre des matrices; et, en effet, il leur suffit de deux chaudes pour faire chaque manivelle de l'essieu coudé d'une locomotive, avec une grande précision, et en conservant la direction des fibres du fer, c'est-à-dire en leur faisant suivre la forme même des coudes, condition essentielle qui donne à la pièce la plus grande sécurité, puisque aucune des barres qui la composent ne se trouve attaquée par l'évidement de la manivelle. Nous espérons pouvoir publier avec détail cet ingénieux procédé qui ne laisse rien à désirer dans ses résultats et qui, en outre, a le mérite de simplifier la fabrication de ces pièces difficiles.

Les marteaux-pilons employés dans tous ces travaux de forge ont été aussi perfectionnés par MM. Petin et Gaudet; déjà nous en avons montré un premier dans le 5e volume. Nous signalerons surtout, pour les plus récents, la disposition particulière de leurs bâtis évidés latéralement de chaque côté pour faciliter le service, en permettant de déclaveter et de reclaveter sans difficulté l'étampe du pilon.

Cette usine renferme aussi un grand nombre de machines-outils destinées à finir certaines pièces; nous y avons particulièrement remarqué une ma-

chine à raboter verticale de grandes dimensions, de MM. Mazeline frères, du Havre, et actionnée directement par une petite machine à vapeur. Nous croyons que dans bien des cas une telle application de la vapeur peut être avantageuse, parce qu'on arrête le moteur dès que l'outil n'a plus besoin de fonctionner. On y fabrique les pièces de forge les plus difficiles, comme des étambots de navires en fer, de fortes plaques à surface gauche, des pistons à nervures, etc., et souvent aussi les pièces les plus volumineuses, comme des arbres et des manivelles pour la marine.

Entre Rive-de-Gier et Saint-Chamond sont les aciéries de Lorette et d'Assailly, où l'on produit journellement soit en feuilles, soit en barres de toutes dimensions, 20 à 24 tonnes d'acier sur commande.

Les applications de l'acier se multiplient tous les jours, comme on sait, et depuis que MM. Petin et Gaudet ont pris la direction de ces établissements, ils en augmentent sans cesse la production. C'est ainsi qu'après avoir proposé de faire des tôles d'acier pour la confection des chaudières à vapeur, que l'on commence actuellement à adopter dans la marine et dans l'industrie, ils sont parvenus à fabriquer, avec la même facilité, des arbres, des essieux coudés, des bandages, des rails, etc., en acier fondu.

A cet effet, pour pouvoir obtenir des pièces d'un grand poids, ils ont monté des fours perfectionnés qui, au lieu de ne contenir que de 2 à 4 creusets, en contiennent jusqu'à 8, 10 et 12, et sont chauffés au charbon de terre par un foyer spécial, au lieu d'être chauffés au coke, ce qui permet de réaliser une économie notable sur le prix du combustible et sur les creusets.

Avec ces fours, on a la faculté de couler de fortes pièces sans encombrement et sans crainte de les manquer. Ainsi nous avons vu avec un véritable plaisir, dans notre visite à ces usines, la fonte d'un arbre de 1500 kilogrammes.

Cette opération, qui n'est pas sans danger, à cause de l'énorme chaleur que présentent les creusets et le métal bouillonnant qu'ils contiennent, doit se faire avec une grande célérité et sans confusion, afin de verser presque simultanément toute la masse liquide dans la poche destinée à la recevoir et qui doit ensuite la verser dans le moule placé en dessous.

La disposition employée à cet effet nous a paru très-commode, d'un service extrêmement facile, et qui ne présente jamais le danger que l'on a constamment à craindre avec les poches ordinaires employées dans les fonderies, et qu'il faut toujours renverser pour faire écouler le métal par le goulot supérieur.

Il est à remarquer que par l'emploi des anciens fours à deux creusets, chauffés au coke, on ne pouvait pas arriver à couler de très-fortes pièces, comme celle que nous venons de mentionner, parce qu'alors il fallait mettre au feu 30 à 35 fours à la fois, et qu'il était difficile, pour ne pas dire impossible, de les conduire avec une régularité telle que l'on fût certain d'arriver au degré de fusion au même moment; la distance à parcou-

rir depuis les derniers fours jusqu'à la poche de coulée eût été aussi beaucoup plus considérable, ce qui eût rendu encore le service plus pénible.

Avec les nouveaux fours chauffés à la houille, ces difficultés n'existent plus; on peut alimenter des poches de 2000 à 2500 kilog. et plus avec 8 à 10 fours contenant chacun 10 à 12 creusets, et opérer la coulée entière en quelques minutes.

On sait que les creusets sont en terre réfractaire, laquelle a été au préalable bien choisie et parfaitement travaillée pour présenter la plus grande homogénéité possible. Comme on en fait une grande consommation (car, malgré toutes les précautions, ils ne servent pas plus de 5 à 6 fontes), on les fabrique à l'usine même, dans un atelier spécial, où l'on fait usage d'appareils mécaniques pour malaxer et refouler la terre, pour la mouler et la sortir des moules, pour la sécher ensuite dans des étuves.

MM. H[te] Petin, Gaudet et C[e] livrent actuellement aux chemins de fer des essieux coudés en acier fondu qui se travaillent au marteau-pilon et entre des matrices comme les essieux en fer corroyé; ils font aussi, avec le même métal, un grand nombre d'aiguilles, des changements de voie qui, lorsqu'ils sont en fer, s'usent rapidement sur certaines lignes. Il en est de même des essieux droits et des bandages, sur lesquels les expériences ont été faites tout récemment (1).

Leur production pour les ressorts de voitures et de wagons, pour lesquels ils possèdent à Paris la fabrique la mieux montée, est devenue d'une importance telle qu'ils en livrent jusqu'à 2000 tonnes en moyenne par année.

Enfin, une application qui a pris depuis peu une extension à laquelle on était loin de s'attendre, celle des bandes minces et étroites en acier pour les *buscs* et les *crinolines*, ne laisse pas que de former un chiffre remarquable, puisqu'il s'est élevé jusqu'à 60000 kilog. par mois.

La société possède encore d'autres usines importantes, telles que les hauts fourneaux de Toga en Corse, qui fournissent en partie les fontes propres à la fabrication des fers, employés dans les forges de Saint-Chamond; leur fabrique spéciale à Persan, près Blaumart, pour la confection des essieux pour la carrosserie de luxe et des ferrures concernant les voitures et wagons; fabrique qui a pris une très-grande extension et qui livre considérablement aux diverses compagnies de chemin de fer et à la carrosserie en général; enfin les forges de Vierzon qui ont été montées il y a peu d'années, et dans lesquelles on a fait de grandes dépenses d'installation; ces forges travaillent particulièrement les fers marchands et les essieux de voitures ordinaires.

(1) Ces expériences ont été faites dans les conditions suivantes :

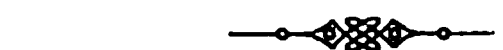
Portée entre les points d'appui..........................	1m 50
Poids du pilon ou mouton..............................	400 kilog.
Chute verticale dudit...................................	4m 50

Elles ont constaté, pour les essieux droits, les résultats qui suivent :

Après sept coups de mouton, l'essieu en acier fondu s'est cintré de 0m 68; et, en le retournant, au bout de trois coups l'essieu s'est redressé.

Quoique cette année n'ait pas été très-favorable au commerce et à l'industrie, quoique les commandes des chemins de fer aient dû se restreindre, la société H[te] Petin, Gaudet et C[e], n'a pas fait moins de 30 millions d'affaires. C'est, comme on le voit, un chiffre éloquent, qui prouve que dans les années prospères, lorsque toutes les branches d'industrie sont en pleine activité, ces honorables et habiles industriels peuvent fabriquer et livrer des masses énormes de produits.

Un tel résultat n'est pas seulement dû à leur capacité, à leur intelligence, mais encore à l'organisation même qu'ils ont su donner à toute leur industrie, comme aux améliorations successives qu'ils y ont apportées. Ainsi, ils ont formé des chefs d'ateliers, des contre-maîtres expérimentés qui savent, chacun dans leur spécialité, conduire les travaux avec toute la célérité et l'économie désirables.



APPAREIL PROPRE A L'ÉVAPORATION

ET A LA CONCENTRATION DES LIQUIDES

Par **M. LÉGAL**, constructeur à Nantes

Le principe sur lequel repose l'appareil imaginé par M. Légal est un mode d'évaporation accélérée par l'immersion d'une hélice à nombreux disques, plongeant alternativement dans les jus en ébullition. Ces disques, en se relevant, déplacent une certaine quantité du liquide, qui, en passant successivement du premier au dernier disque, se vaporise très-vite, par le fait même de ce déplacement.

Cette disposition, jointe au chauffage par serpentin, permet à l'appareil de résister à des températures beaucoup plus élevées que celles auxquelles résistent les chaudières ordinaires à double fond.

L'appareil se compose d'une caisse rectangulaire en tôle supportée par quatre châssis en fonte; un axe la traverse dans toute sa longueur, portant un nombre considérable de disques reliés en forme d'hélice. Cette hélice est mise en mouvement à une vitesse de 30 révolutions par minute, par l'intermédiaire de poulies actionnées par un moteur quelconque. Des serpentins en cuivre, placés longitudinalement sur le fond et les côtés de la caisse, chauffent le liquide qu'elle contient au moyen de la vapeur à haute pression qui circule dans les serpentins.

La caisse est surmontée d'un couvercle maintenu soulevé à environ 10 cent. au-dessus de la partie supérieure de la caisse, pour laisser un courant d'air rapide, venant enlever les vapeurs qui se dégagent, en quantité très-grande, pendant la rotation des nombreux disques. Pour activer ce courant d'air et appeler les vapeurs, deux cheminées sont disposées à chaque extrémité.

Une chaudière de ce système, de 4 mètres de longueur, 1^{m}30 de largeur, et 80 cent. de hauteur, avec des disques de 1 mètre de diamètre, fait passer, à chaque révolution dans le liquide chauffé, une surface d'environ 70 mètres de chaque face des disques, soit 140 mètres de surface évaporante, et, en une minute de 30 révolutions,

$$140 \times 30 = 4{,}200; \text{ et, en une heure : } 4{,}200 \times 60 = 252{,}000.$$

Un semblable appareil peut rendre, en 10 heures, 5,000 litres de jus à 28° de l'aréomètre Baumé.

DIVERS SYSTÈMES

DE

TURBINES HYDRAULIQUES

PERFECTIONNÉES ET CONSTRUITES

Par MM. FONTAINE et BRAULT

MÉCANICIENS A CHARTRES (EURE-ET-LOIRE)

(PLANCHE 10)



M. Fontaine est l'auteur de la turbine à vannes partielles que nous avons publiée dans le IVe volume de ce recueil. On sait que ces turbines, comme l'ont constaté bien des expériences, et mieux encore un bon usage et de nombreuses applications, rivalisent, pour le rendement, avec les meilleurs moteurs connus en ce genre.

Sans changer sensiblement le principe sur lequel repose son système, M. Fontaine a apporté un perfectionnement notable dans la disposition du vannage. Cette disposition, pour laquelle il s'est fait breveter le 20 juillet 1854, consiste principalement dans l'application d'un *papillon* dit *universel*, en gutta-percha ou en caoutchouc, susceptible de s'enrouler sur un cylindre et de reprendre sa forme primitive lorsqu'on le déroule en sens inverse.

Ce qui distingue surtout ce papillon universel du vannage ordinaire, c'est le mécanisme très-simple de sa commande et le peu de force nécessaire pour le faire mouvoir; en outre, le faible frottement qu'il occasionne permet une ouverture prompte et, au besoin, l'arrêt presque instantané de la turbine.

Pour se rendre compte de ce système, que l'on s'imagine deux cônes tronqués montés fous sur leur arbre, et éloignés l'un de l'autre d'une distance telle, que l'on ait les deux sommets pour centre, et que les génératrices viennent toucher une surface formée par deux anneaux; si on fait tourner ces deux cônes tronqués autour de leur sommet commun, ils décriront naturellement un cercle parfait et passeront tous les deux par les mêmes points. Si on suppose maintenant que le chemin parcouru par

ces deux cônes soit en gutta-percha ou toute autre matière flexible et coupé en deux segments de cercle, que chaque segment ait une extrémité fixée aux cônes et l'autre aux deux anneaux qui forment la surface fixe sur laquelle on les fait se développer, ces deux segments s'enrouleront alors sur les cônes par leur propre poids.

Le but que M. Fontaine a voulu atteindre, et qu'il a atteint en effet en appliquant cette combinaison au vannage des turbines, est non-seulement d'obtenir un mécanisme simple et par suite économique d'installation, mais encore, comme nous l'avons dit, une fermeture facile à manœuvrer, des frottements presque nuls, fermant hermétiquement tous les orifices ou les ouvrant successivement à volonté, de façon à pouvoir mettre le nombre des orifices adducteurs en rapport avec la quantité d'eau à dépenser.

Nous avons représenté comme exemple, sur les fig. 1 et 2 de la pl. 10, ce système de vannage à rouleaux, appliqué à une petite turbine placée dans une chambre d'eau en fonte. Ce modèle est monté dans la galerie des machines en mouvement du Conservatoire des arts et métiers.

M. Fontaine ne s'est pas seulement occupé de perfectionner son système de turbine, en lui appliquant le nouveau vannage dont nous venons de parler, il a fait la demande d'un autre brevet d'invention, le 25 octobre 1856, pour une turbine hydraulique fixe ou locomobile spécialement destinée aux très-grandes chutes, et notamment à l'emploi, comme force motrice, des concessions d'eau dans les villes. C'est ce nouveau genre de turbine que nous avons représenté sur les fig. 3 à 6 de la même planche 10.

Nous croyons que ces turbines, qui sont d'un petit diamètre, rendront de grands services dans les pays de montagnes, où se trouvent souvent des chutes d'eau d'une très-grande hauteur, mais d'un très-petit volume.

D'un autre côté, quelques villes possèdent des réservoirs de distribution d'eau, placés à une élévation considérable au-dessus des points où l'eau est livrée au consommateur. Or, les concessions faites par ces villes, ou par les sociétés fermières des eaux, n'ont eu pour but jusqu'ici que l'alimentation des fontaines publiques et la distribution, dans les maisons particulières, de l'eau nécessaire aux usages domestiques; mais, depuis peu, l'idée est venue d'utiliser l'eau ainsi concédée, comme force hydraulique, pour mettre en mouvement les appareils des établissements industriels qui se trouvent situés sur des points où les réservoirs présentent une grande chute.

Cette idée est très-heureuse, car si l'on compare le bon marché ordinaire de ces concessions d'eau aux dépenses de combustible que nécessitent dans certaines localités les machines à vapeur, on reconnaîtra aisément les avantages dont jouiront les industriels qui pourront faire l'application de ce système; application qui devra s'étendre de plus en plus, car presque toutes les municipalités se préoccupent de doter leurs villes d'une bonne distribution d'eau, soit au moyen de machines élévatoires, soit par des

puits artésiens, dont les nappes jaillissantes peuvent ainsi créer de nouvelles forces hydrauliques.

DESCRIPTION DE LA TURBINE AVEC VANNAGE EN GUTTA-PERCHA, REPRÉSENTÉE FIG. 1 ET 2, PL. 10.

La fig. 1 est une section verticale faite par l'axe de la turbine, en supposant les deux cônes du vannage dans le plan de coupe.

La fig. 2 est une section horizontale faite à la hauteur de la ligne 1–2 de la fig. 1.

On reconnaît tout d'abord à l'examen de ces figures, que la roue ou turbine proprement dite A ne diffère pas, quant à sa disposition et à son montage, des *turbines Fontaine* ordinaires. L'arbre creux B, à l'extrémité inférieure duquel elle est montée, est toujours fondu avec une partie renflée *b*, dont l'extrémité supérieure est munie de la roue d'angle C destinée à transmettre le mouvement.

Ce renflement *b* permet de conserver un espace libre dans l'arbre creux, pour recevoir la crapaudine, le pivot et l'écrou à soulager. Le centre de cet arbre est garni de la tige verticale en fer D qui repose sur le support en fonte E, solidement boulonné à une sorte de cuvette F. Cette cuvette est fondue avec quatre oreilles *f*, percées pour recevoir quatre boulons qui la retiennent solidement sur un massif en maçonnerie G; des pièces de bois *g*, dans lesquelles est encastré le bord de la cuvette, complètent ce mode de fixation.

Le sommet de la tige fixe D, est muni de la crapaudine *a* garnie, comme toujours, d'un grain d'acier pour soutenir le pivot *c*, qui est fileté pour recevoir l'écrou *d* au moyen duquel on règle la hauteur exacte de la turbine par rapport aux distributeurs.

Au-dessus de la roue mobile A, dont le moyeu est fixé à l'arbre B, se trouve le plateau fixe H fondu avec les directrices et boulonné sur la partie annulaire intérieure de la cuvette; le moyeu de ce plateau est garni d'un collet en bronze *h*, qui sert à maintenir latéralement l'arbre de la turbine. Celui-ci est en outre maintenu pour le même objet à sa partie supérieure, par le second collet *h'* ajusté dans une douille *i*, qui est rapportée sur le couvercle I. Ce couvercle ferme la capacité ou chambre en fonte J, dans laquelle l'eau de la chute arrive par le tuyau J'. La chambre J est boulonnée avec la cuvette, et elle est munie d'un trou d'homme *j*, pour, au besoin, effectuer le nettoyage ou les réparations.

Un tube K entoure l'arbre mobile B, et, par ce moyen, empêche l'eau de pénétrer jusqu'à lui. Cette disposition offre cet avantage, que l'excédant de l'huile versée dans la petite cuvette du collet supérieur *h'* peut descendre par l'espace libre laissé entre le tube et l'arbre, et venir graisser le collet inférieur *h*.

Ce tube K est lui-même enveloppé sur une partie de sa hauteur, par un

manchon en fonte L, muni à sa partie inférieure, de deux petits tourillons en fer qui viennent porter dans des entailles ménagées à la bague M. C'est ce manchon et cette bague, munis de deux cônes N et N', qui sont les agents principaux du vannage particulier, qui distingue le nouveau système de M. Fontaine.

Les deux cônes N et N' sont montés fous sur deux petits arbres *n*, qui sont ajustés dans deux mamelons fondus avec la bague M. Le manchon L est alésé intérieurement, à sa partie inférieure, de façon à tourner librement sur le moyeu du plateau fixe des directrices H, lequel est lui-même alésé au diamètre voulu. La partie supérieure du tube K est garnie d'une bague *k*, dont le diamètre extérieur correspond à celui intérieur du manchon, de sorte que celui-ci se trouve parfaitement centré et guidé dans son mouvement de rotation. Ce mouvement lui est communiqué par la vis sans fin *o* qui engrène avec la roue à denture héliçoïde P. Cette roue pourrait n'être dentée que sur la moitié de sa circonférence, puisqu'en effet le manchon porte-rouleaux sur laquelle elle est fixée, n'a besoin que de tourner d'un demi-tour, comme nous le verrons plus loin, pour fermer complétement tous les orifices adducteurs.

La vis sans fin O est fixée sur un petit arbre horizontal *o*, qui traverse une boîte à étoupe *e* dont l'enveloppe est fondue avec la chambre J. Cet arbre est muni d'un petit volant à main V et d'une seconde petite vis sans fin *l*. Celle-ci est en bronze, et engrène avec un petit secteur (non indiqué sur le dessin) muni d'une aiguille qui indique, sur un cadran, le nombre de vannes ouvertes ou fermées.

Ces vannes se ferment, comme nous l'avons dit, au moyen d'un papillon universel en gutta-percha. Ce papillon n'est autre qu'un anneau ayant, comme dimension, le diamètre exact de l'ouverture évasée du plateau des directrices, et la largeur comprise entre les deux saillies *m* avec lesquelles il est fondu. Cet anneau est coupé en deux parties fixées toutes deux par l'une de leurs extrémités, aux points *p* et *p'* (fig. 2) diamétralement opposés du plateau des directrices; chacune des deux autres extrémités est fixée à son cône correspondant N et N'.

Le papillon en gutta-percha *r* est garnie de plaques de fer *q* (voir le détail fig. 10), rapportées au moyen de rivets. Ces plaques empêchent la partie flexible de s'enfoncer dans les orifices adducteurs, par suite de la pression de la masse d'eau qui arrive dans la chambre J et qui presse sur le papillon. Les plaques de tôle *q* sont placées en dessous de la bande de gutta-percha, et leurs extrémités reposent sur les bords des orifices, entre les deux saillies *m* du plateau H. Ces plaques sont plus étroites que chaque division d'adducteurs, afin qu'elles ne se touchent pas, et, qu'étant roulées avec la gutta-percha autour des cônes N et N', elle présente l'aspect d'une pyramide polygonale tronquée dont les côtés ne se touchent pas complétement; de cette façon l'on n'a pas à craindre que les angles viennent à former calle en se plaçant les unes sur les autres, ce qui formerait certainement une

résistance considérable et présenterait par suite un grand inconvénient, tandis qu'avec cette disposition de plaque coupée suivant un triangle, dont le sommet est au centre du vannage, les plaques viennent se placer les unes à côtés des autres et s'appliquer sur les cônes, sans le moindre effort, et pour ainsi dire naturellement.

La manœuvre de ce système de vannage doit être facile à comprendre, après la description que nous venons de donner : il suffit, comme on a vu, à l'aide du petit volant à main V, de faire tourner la vis O à droite ou à gauche d'une plus ou moins grande quantité, pour mettre en mouvement le manchon porte-cônes L, et par suite fermer ou ouvrir plus ou moins de conduits adducteurs. On reconnaît, en outre, que l'on ouvre ou que l'on ferme toujours à la fois deux conduits diamétralement opposés, puisque les deux cônes tournent toujours ensemble autour du centre commun de la turbine, et, sur leur centre respectif, en enroulant ou en déroulant la bande de gutta-percha divisée en deux parties, dont chacune d'elles est fixée à son cône correspondant.

Le plan fig. 2 indique la moitié des directrices fermées; il faut que les cônes soient placés perpendiculairement à la position indiquée, pour que tous les orifices soient ou fermés ou ouverts totalement; un demi-tour du manchon L, à droite ou à gauche, suffit pour opérer ce travail.

A la disposition très-simple de vannage que nous venons de décrire, M. Fontaine vient d'ajouter un perfectionnement qui mérite d'être mentionné. Il arrive, parfois, que la pression de l'eau, dans les hautes chutes, agit si fortement sur les papillons, qu'elle tend à les dérouler, en faisant tourner sur leur axe les rouleaux coniques, et cela, sans que le manchon L ni la bague M ne tournent, de sorte que les deux bandes de gutta-percha se déroulent et n'adhèrent plus aux cônes.

Pour empêcher ce fâcheux effet, le constructeur a fixé, comme on peut le voir fig. 11, sur l'axe des rouleaux coniques N, ou plutôt sur leur moyeu, un pignon d'angle n' qui engrène avec une couronne dentée fixe n^2.

De la sorte, il devient impossible que les rouleaux tournent sur eux-mêmes sans qu'on fasse mouvoir tout le système à l'aide du volant à main V, de la vis sans fin O, et de la roue héliçoïde P pour fermer ou ouvrir le vannage.

En effet, l'engrènement des pignons n' avec la couronne fixe n^2, oppose une résistance insurmontable à cette rotation nuisible.

Mais si, au contraire, on tourne tout le système pour fermer ou ouvrir le vannage, les pignons n' roulent sur la couronne dentée, et assurent la précision de la rotation des rouleaux coniques et de l'enroulement et du déroulement des papillons.

L'usinier est ainsi maître de son moteur et n'a plus à craindre l'inconvénient signalé plus haut.

DESCRIPTION DU SYSTÈME DE TURBINE DIT LOCOMOBILE
REPRÉSENTÉE SUR LES FIG. 3 A 7.

La fig. 3 est une projection verticale de la turbine, vue extérieurement du côté du canal d'échappement de l'eau.

La fig. 4 l'indique en plan horizontal, vu en dessus.

La fig. 5 en est une section verticale faite par l'axe, perpendiculairement à la fig. 3, et suivant la ligne 1-2 de la fig. 4.

La fig. 6 en est une section horizontale, faite à la hauteur de la ligne 3-4.

La fig. 7 indique, en détail, la pièce mobile des injecteurs, et fait voir, en section verticale développée suivant la ligne 5-6 (fig. 6), la disposition des récepteurs.

La turbine que représentent ces diverses figures, est dessinée à l'échelle de 1|8 de l'exécution; elle occupe, comme on peut s'en rendre compte, un espace de 60 cent. tant en longueur et largeur qu'en hauteur. Elle peut donc, par suite du peu d'emplacement qu'elle nécessite, être placée derrière une devanture de boutique, sous le plancher de l'étalage, par exemple. Dans ce cas, l'eau de la ville arrive par un tube et sort par un autre, qui la mène directement à l'égout; il n'y a alors d'apparent que l'arbre qui transmet la force motrice, et cependant cette turbine, placée sous une chute de 50 mètres et avec une dépense de quatre litres d'eau par seconde, donne, avec une vitesse de 800 tours à la minute, une force de près de 2 chevaux-vapeur par chaque injecteur d'eau; disposée pour deux injecteurs seulement, comme l'indique le dessin, elle donne une force de 4 chevaux, mais elle peut commodément en recevoir huit, alors elle donnerait une force de 16 chevaux-vapeur. On peut donc, comme on le voit, selon les besoins, faire rendre à ce nouveau système de turbine, une force variable à volonté.

Les particularités distinctives de ce système sont, comme on a déjà dû le remarquer, la disposition de ces injecteurs isolés que l'on peut multiplier, et leur mode de fermeture, au moyen d'un tiroir à coulisse.

Nous allons décrire la disposition générale de cette turbine qui, en dehors des particularités que nous venons de signaler, et sur lesquelles nous reviendrons, présente encore comme aspect, assemblage, et moyen de graissage des combinaisons vraiment très-curieuses.

Disposition générale. — La roue ou turbine proprement dite A est, comme dans toutes les turbines du système de M. Fontaine, montée sur un arbre creux en fonte B, disposé pour recevoir le pivot supérieur *a c*, comme nous l'avons rappelé plus haut en donnant la description des figures 1 et 2.

La colonne verticale en fer D, qui forme le centre fixe de la turbine, est fixée solidement au fond de la cuvette F, fondue à cet effet avec un renflement *f'*. Cette cuvette ou support de la bâche J, est fondue avec la tubulure F' d'échappement du liquide, et avec une bride circulaire E

qui sert non-seulement à recevoir la bâche, mais encore à réunir avec elle la plaque en fonte H munie des injecteurs.

Sur la circonférence de la bâche J, et diamétralement opposées, sont pratiquées deux ouvertures fermées hermétiquement par des bouchons autoclaves *j*, qui permettent, au besoin, la visite facile de l'intérieur de la turbine. Une tubulure J′ est fondue avec cette bâche, pour recevoir le tuyau d'arrivée d'eau.

La plaque H des injecteurs est fondue avec la douille H′, à la partie supérieure de laquelle est fixée, au moyen de vis, la bride du tube en bronze K. Ce tube enveloppe l'arbre de la turbine et le soutient à chacune de ses extrémités; la partie supérieure est filetée pour recevoir l'écrou d'un collet fendu *h′*, et est ajusté en cône de manière que, en le faisant tourner, il puisse descendre d'une petite quantité capable, par suite de la diminution du diamètre intérieur du collet, de gagner l'usure produite par la rotation de l'arbre de la turbine.

On sait qu'avec les boitards ordinaires employés généralement, il arrive souvent, en dépit de toutes les précautions prises pour l'entretien des coussinets, que l'on est forcé, en raison du jeu occasionné par l'usure des parties en contact, de changer l'une ou l'autre de ces parties, ce qui nécessite le démontage de plusieurs pièces, et, par suite, un chômage plus ou moins long. C'est pour remédier à cet inconvénient que M. Fontaine a imaginé cette disposition de coussinets coniques, fendus ou en plusieurs parties, de façon qu'en agissant simplement sur les boulons de serrage ou sur le coussinet lui-même, comme c'est le cas dans la turbine qui nous occupe, on puisse compenser l'usure, sans rien changer à la verticalité rigoureuse de l'arbre.

Graissage des pièces en contact. — Les turbines de petites dimensions dont il s'agit doivent être animées, comme nous l'avons dit, d'une vitesse de 800 tours par minute sous une chute de 50 mètres; cette vitesse énorme entraînerait nécessairement une usure rapide des pièces en contact, si une disposition toute particulière de graissage ne venait pas atténuer, autant que possible, les frottements.

Cette disposition consiste dans l'application d'un cylindre creux en cuivre L, fermé hermétiquement à sa partie inférieure par un petit presse-étoupe *h*, qui le maintient fixé à l'arbre B de la turbine. Ce cylindre creux forme un réservoir d'huile qui tourne avec l'arbre; des trous percés en grand nombre sur la circonférence de la douille K, facilitent l'introduction de l'huile entre les parties frottantes.

On conçoit alors, que le réservoir étant constamment rempli d'huile, le frottement de l'arbre sur la douille s'effectue toujours sur des surfaces bien lubrifiées; en un mot, le graissage étant continu, l'échauffement n'est pas à craindre malgré la grande vitesse de la turbine.

La capacité du réservoir, duquel d'ailleurs l'huile ne peut s'échapper, est suffisante pour qu'il n'y ait pas lieu de la renouveler qu'environ tous

les trois mois ; dans ce but, un petit tube terminé par un robinet *r* est placé à la partie inférieure près du collet.

VANNAGE DES ORIFICES INJECTEURS. — Dans le vannage des turbines-Fontaine, les injecteurs d'eau occupent, comme on sait, la totalité de la circonférence ; cette disposition excellente pour des turbines de grandes dimensions, et quand on a beaucoup d'eau à dépenser, eût présenté de graves inconvénients, appliquée au cas particulier dont il s'agit : le diamètre de la turbine et du vannage étant très-petit, il aurait fallu naturellement donner à chaque injecteur d'eau des dimensions tellement faibles, qu'une bonne exécution eût été presque impossible ; d'un autre côté, la contraction de l'eau dans des orifices aussi petits, aurait été très-forte et aurait beaucoup diminué le rendement ; enfin, la vitesse de rotation eût été trop grande, puisque celle de la turbine représentée sur les fig. 3 à 6, quoiqu'elle ne soit munie que de deux injecteurs, aura encore, sous la chute à laquelle elle est destinée, une vitesse de 800 tours à la minute.

Ces considérations ont déterminé M. Fontaine à adopter, pour ses petites turbines, la combinaison des injecteurs isolés en nombre plus ou moins considérable à volonté, suivant l'emplacement, la chute, la vitesse et le volume d'eau disponible.

Ces injecteurs *s*, au nombre de deux sur la fig. 6, se composent d'une partie fixe et d'une autre mobile. La première est pratiquée dans l'épaisseur du plateau H ; c'est une simple ouverture présentant la forme d'une courbe allongée pour faciliter le départ de l'eau (voir le détail fig. 7) ; la seconde partie est une pièce mobile *t*, qui se meut absolument comme un tiroir, en glissant sur la surface et dans une rainure pratiquée au plateau H. Lorsque cette pièce mobile touche la paroi fixe de l'injecteur, celui-ci est complétement fermé ; mais lorsqu'on la fait glisser dans l'ouverture du plateau dans laquelle elle est engagée, on ouvre plus ou moins l'orifice d'échappement de l'eau, et cela, d'une quantité que l'on peut faire varier, si l'on veut, de moins d'un millimètre.

Il résulte de ce nouveau mode de vannage que, quel que soit le degré d'ouverture de l'injecteur, l'épaisseur seule du filet d'eau motrice, dirigé sur les aubes A′ de la turbine (fig. 7) varie, tandis que sa forme et sa direction, au contraire, ne changent pas, ce qui fait qu'il n'y a aucune variation dans le rendement du moteur, et que l'effet utile est toujours proportionnellement le même, quel que soit le degré d'ouverture de la vanne.

Pour faire mouvoir simultanément les deux vannes ou tiroirs *t*, un petit mécanisme de transmission est appliqué sur la bâche J, fondue à cet effet avec un renflement, une boîte à étoupe *u* et deux supports U.

La boîte à étoupe est traversée par un arbre vertical L, forgé à sa partie inférieure avec un petit excentrique *s′* engagé dans une gorge circulaire ménagée au bras *t′*. Ce bras fait partie d'un collier en deux pièces T, solidement réunies par des boulons, et forgé avec deux autres bras auxquels sont fixés les tiroirs mobiles *t* des injecteurs (fig. 6).

La partie supérieure de l'arbre vertical L, en dehors de la boîte *u*, est garnie d'un secteur denté en bronze P, qui engrène avec la vis sans fin O. Ce secteur est fixé sur un petit arbre horizontal *o*, monté dans les supports U, et muni à son extrémité de droite d'un petit volant à main V.

Au moyen de ce volant, on fait tourner la vis O, et par suite, le secteur P, fixé sur l'arbre L: celui-ci, au moyen du petit excentrique *s*, déplace à droite ou à gauche le bras *t'*, suivant le sens dans lequel on a tourné le volant V. Le collier T, qui fait partie de ce bras, se meut donc, en entraînant simultanément les deux tiroirs *t*, qui ferment ou ouvrent à volonté les deux injecteurs, et, comme on peut s'en rendre compte par le peu de course de l'excentrique, cette ouverture peut être aussi minime qu'on peut le désirer.

La turbine que nous venons de décrire est appelée *locomobile* par M. Fontaine, parce qu'elle peut facilement être montée sur un chariot, et présenter ainsi un moteur hydraulique transportable qui, dans les localités où l'eau est introduite dans les conduits de distribution sous une grande chute, peut être utilisé, soit pour des épuisements, soit pour élever des matériaux dans des travaux de construction, soit même pour manœuvrer des pompes à incendie en branchant un conduit mobile sur ceux de distribution.

DESCRIPTION DU SYSTÈME A ADMISSION PARTIELLE, REPRÉSENTÉ FIG. 8 ET 9, PL. 10.

Dans les cas où il pourrait y avoir intérêt, en construisant une turbine du genre décrit ci-dessus ou de tout autre système, à donner au vannage, au lieu d'injecteurs occupant toute la circonférence, comme dans les turbines ordinaires, une série d'injecteurs juxtaposés, mais occupant seulement une certaine portion de la circonférence, M. Fontaine applique, pour le vannage des orifices adducteurs, son système de fermeture en gutta-percha, dit à rouleau, que nous avons déjà vu appliqué à la turbine représentée fig. 1 et 2, mais disposé d'une tout autre façon, comme on peut s'en rendre compte à la simple inspection des fig. 8 et 9. Ces figures représentent une section verticale par l'axe de l'appareil et une coupe horizontale faite à la hauteur de la ligne 7-8.

Cette disposition de turbine à admission partielle, ne pouvant former que la moitié, le tiers et même le quart de la circonférence, permet :

1° De pouvoir établir le moteur dans un emplacement moindre que celui exigé ordinairement ;

2° De visiter et de nettoyer plus facilement les organes intérieurs et surtout de tenir les injecteurs dans un bon état d'entretien ; ce dernier point surtout est important, car il arrive que le rendement d'une turbine, qui a bien fonctionné pendant les premières années, diminue ensuite d'une manière sensible ; cela tient souvent à ce que l'on n'a pas soin

de dégager les orifices du tartre et des immondices qui s'attachent et adhèrent aux adducteurs.

Ainsi que l'indique la fig. 8, la turbine A est fixée à l'extrémité de son arbre creux B, traversée par une tige en fer D qui porte, comme dans les les systèmes précédemment décrits, le pivot supérieur *a c*.

Le collet en bronze *h'* est disposé en cône et fixé avec des vis de serrage dans une douille en fonte K, afin de maintenir l'arbre mobile B dans une verticalité parfaite, et remédier à l'usure en faisant, au besoin, descendre le collet dans la douille, comme nous l'avons expliqué plus haut au sujet de la turbine locomobile. Celle dont nous nous occupons maintenant, au contraire, est à poste fixe, c'est-à-dire qu'elle est montée, comme cela se pratique ordinairement, dans l'intérieur d'un massif en maçonnerie G et I, dont la partie inférieure forme le canal de réception et de départ de l'eau.

La bâche J de cette turbine, dont la tubulure J' est garnie d'une bride pour recevoir celle du tuyau d'arrivée de l'eau, présente une forme toute particulière; elle n'occupe qu'une portion de la circonférence de la roue munie des récepteurs A', et elle est boulonnée avec la plaque H, fondue avec les injecteurs qui, eux aussi, n'occupent environ que les deux cinquièmes de la circonférence.

Au moyen de cette combinaison, l'admission, comme on voit, est partielle, c'est-à-dire que l'eau ne peut arriver dans les récepteurs que par les orifices injecteurs limités à l'espace compris entre les extrémités *j* et *j'* du segment qui forme la capacité de la bâche J.

Dans l'intérieur de cette bâche, se trouve le rouleau conique N, dont l'axe *n* est engagé entre les bras d'un levier à fourche M'. Ce levier est denté et forme ainsi une crémaillère semi-circulaire dont le centre est celui de l'axe de la turbine; il est logé, soit presque complétement, soit en partie dans la boîte, en fonte M, fixée sur l'un des côtés de la bâche, suivant le nombre d'adducteurs fermés ou ouverts par la bande en gutta-percha *r* qui s'enroule sur le cône.

La boîte M est, en outre, garnie d'un pignon P dont l'axe L traverse une boîte à étoupe, et monte au-dessus du plancher de l'usine. Cet arbre est mis en mouvement par un système de rouage qui dépend de la localité de l'usine.

On voit donc que, par suite de l'agencement de l'arbre L et du pignon P, on peut faire mouvoir, à droite ou à gauche, à volonté, la crémaillère M' et avec elle le rouleau; quand celui-ci se trouve au bout de sa course en *j'*, tous les orifices sont fermés, c'est-à-dire couverts par le segment de gutta-percha garni de platines en fer. Comme ce segment est fixé d'un bout en *j* et de l'autre au rouleau, si l'on fait tourner ce dernier en sens inverse, il enroulera naturellement par son propre poids le segment de gutta-percha, et, quand il sera arrivé au point *j*, tous les orifices seront alors à découvert.

On peut aussi, au moyen de cette disposition, comme on l'a sans doute

déjà compris, non-seulement ouvrir ou fermer complétement les adducteurs, pour faire marcher la turbine avec son maximum d'effet utile, ou interrompre son mouvement, mais encore faire varier la force en modifiant la dépense d'eau à volonté; il suffit, pour cela, de ne mouvoir le rouleau que d'une quantité suffisante pour fermer ou ouvrir un ou plusieurs orifices.

Nous ne croyons pas pouvoir mieux terminer cet article sur les nouvelles turbines de M. Fontaine, qu'en mentionnant le rapport de l'expérience faite sur celle établie récemment chez MM. Hilzinger de Rouen, et nous ajouterons, pour faire mieux apprécier les résultats, que le nombre des moteurs de ce système exécutés dans les ateliers de la maison Fontaine et Brault s'élève, seulement depuis l'année 1855, à 150, ce qui représente une force d'environ 4,000 *chevaux effectifs*.

EXPÉRIENCE AU FREIN

FAITE DANS L'USINE DE MM. HILZINGER FRÈRES, MANUFACTURIERS A PERRIERS-SUR-ANDELLE.

« Par la convention arrêtée le 24 septembre 1855, entre MM. Hilzinger frères et MM. Fontaine et Brault, constructeurs à Chartres, ces derniers se sont engagés à construire, pour l'établissement de Perriers-sur-Andelle, une turbine capable de dépenser 3,500 litres d'eau avec une chute de 2m30, garantissant à 65 pour cent le rendement de cette turbine.

Par la même convention verbale, le soussigné, ingénieur civil, a été désigné par les parties pour recevoir ladite turbine et constater si elle remplit les conditions qui ont été faites.

« Pour accomplir la mission qui lui a été confiée, il s'est rendu, le 15 mars dernier, à l'usine de MM. Hilzinger, et a procédé ainsi qu'il suit à l'expérience de ladite turbine.

« Le frein a été placé sur le premier arbre de couche auquel le mouvement est communiqué au moyen d'un pignon, engrenant avec une roue montée sur l'arbre de la turbine.

« Toute la transmission du mouvement était désengrenée, sauf le bout de l'arbre ayant 8 mètres de longueur, sur lequel le frein était établi. Le bras de levier du frein, mesuré horizontalement entre le centre de l'arbre de couche et celui de la corde portant le poids destiné à agir sur le frein, était de 2m965.

« Le bras de levier de ce frein était directement muni d'une charge équivalente à la force développée par la turbine, et, au moyen d'une corde passant par une poulie à l'extrémité de laquelle on avait suspendu 20 kilog., on a équilibré le poids de ce levier.

« Sur le même arbre de couche, on a placé un compteur destiné à marquer le nombre des tours de cet arbre.

« Ces dispositions prises, les expériences de l'ingénieur soussigné ont commencé, elles ont eu pour but de reconnaître :

« 1° Quel était le rendement de la turbine lorsqu'elle dépensait tout le volume d'eau de la rivière?

« 2° Ce que devenait le rendement lorsque la turbine n'avait à dépenser que les deux tiers du volume de la rivière?

« 3° Enfin, quelle était la force nécessaire pour mettre en mouvement les métiers et autres appareils de l'établissement?

« Pour répondre à ces questions on a commencé, avant l'expérience au frein, par faire passer tout le volume d'eau de la rivière, par une vanne de l'usine, dont on variait l'ouverture de manière à tenir constamment l'eau au repère d'amont de l'usine; par ce moyen on a déterminé le volume d'eau disponible avant la marche de la turbine.

« Lorsque la turbine a été mise en marche, il s'est présenté deux cas.

« Ou la vanne qui avait servi à mesurer le volume de l'eau était complétement fermée, et alors la turbine absorbait tout le volume d'eau précédemment jaugé;

« Ou une partie seulement de cette vanne était ouverte, et, dans ce cas, la turbine n'absorbait qu'une fraction du volume d'eau, fraction que l'on évaluait en prenant la différence entre le volume total de l'eau passant par la vanne au moment où la turbine a été mise en mouvement.

« Par cette manière de procéder, on avait le moyen de déterminer le volume d'eau que la turbine dépensait dans ces différents cas. Mais afin de se garantir contre toute erreur qui pouvait résulter ou de la variation de l'eau dans la rivière ou de la disposition de la vanne, on a pris soin de faire jauger, pendant toute la durée des opérations, le même volume d'eau à l'usine située à 800 mètres environ en aval de l'usine de MM. Helzinger. A cet effet, on faisait passer ce volume par deux vannes noyées et débouchant librement dans l'air; l'ouverture de l'une était constamment maintenue à la même hauteur, et celle de l'autre variait suivant que le volume de l'eau de la rivière augmentait ou diminuait.

« En prenant de cinq minutes en cinq minutes la hauteur de ces vannes, on a obtenu la hauteur moyenne qui a servi pour déterminer, à diverses époques de la journée, le volume d'eau qui passait par la turbine. Ces vannes se trouvent établies de manière à recevoir presque perpendiculairement la veine fluide; leurs seuils, placés au niveau du fond de la rivière, en amont, sont prolongés d'environ deux mètres en aval.

« Pour nous déterminer dans le choix du coefficient à appliquer dans les circonstances où nous nous trouvions, nous nous sommes appuyé sur les expériences hydrauliques de M. Lesbros, lesquelles ont été publiées en 1851 et constituent le travail le plus complet sur la matière. Nous avons pris pour point de départ le tableau 33, page 467, que nous avons modifié suivant la position particulière des lieux, et nous nous sommes déterminé à prendre le coefficient 0,640, pour le cas dont nous avions à nous occuper (1).

(1) Voir à ce sujet, les tables publiées dans le tome Ier de ce Recueil, et dans le traité spécial sur les moteurs hydrauliques.

« Ce coefficient, tout d'abord, paraît être trop élevé; il est, en effet, plus fort que ceux que l'on emploie ordinairement; mais nous avons été conduit à le choisir de préférence, à cause des conditions favorables à l'écoulement dans lesquelles se trouvent les vannes de jaugeage. Au surplus, ce choix nous laisse la conviction que le rendement que nous avons obtenu est le rendement aussi vrai que possible, mais cependant plutôt au-dessous qu'au-dessus de la vérité.

« Le tableau suivant montre les résultats qui ont été obtenus.

VOLUME effectif de l'eau dépensée en une seconde.	HAUTEUR de la chute.	POUVOIR absolu du moteur.	NOMBRE de tours de l'arbre de la turbine en une minute	EFFET UTILE réellement obtenu, mesuré par le frein.	RAPPORT du pouvoir absolu au travail utile.
1re Série. — Turbine dépensant tout le volume d'eau de la rivière.					
4000 litres.	2 mèt. 325	124 chev.	27 tours 70	86 chev. 79	0.700
2e Série. — Turbine dépensant une partie du volume de la rivière.					
2894 litres.	2 mèt. 325	89 ch. 74	27 tours 30	63 chev. 650	0.709
3e Série. — Turbine développant une force suffisante pour mettre en marche l'établissement.					
»	»	»	27 tours 17	65 chev. 40	»

« De la comparaison de ces résultats il résulte :

« 1° Que la turbine a développé une force de 90 chevaux 79/100; chaque cheval représente une force capable de lever un poids de 75 kilogrammes à 1 mètre de hauteur, en une seconde, en dépensant tout le volume de la rivière, ce qui donne 70 p. 0/0 de l'effet utile;

« 2° Que la turbine dépensant 2894 litres d'eau, a développé une force de 63 chevaux 65/100, en donnant un peu plus que 70 p. 0/0 de l'effet utile ;

« 3° Que la force nécessaire pour mettre en marche tous les métiers de l'établissement, le jour de notre expérience au frein, est de 65 chevaux 40/100.

» Les expériences auxquelles l'ingénieur soussigné s'est livré sur la turbine de MM. Helzinger, et l'examen minutieux qu'il a fait des diverses parties de ce moteur, lui permettent de certifier que cet appareil est le plus parfait de tous ceux de même nature qu'il a eu à expérimenter jusqu'à ce jour.

« Cette turbine d'un nouveau système avec fermeture en gutta-percha, contient 46 injecteurs de 40 centimètres de largeur sur 4 centimètres de hauteur. Le diamètre extérieur de la turbine est de 2^m60.

« Les travaux hydrauliques bien entendus ne laissent apercevoir aucun mouvement d'eau dans la chambre. Toutes les parties de la turbine sont parfaitement fondues. Les pièces mises en mouvement ne laissent pas entrevoir le moindre mouvement de vibration.

« Le mode de fermeture des orifices au moyen d'une bande en gutta-percha, outre l'avantage d'offrir une clôture tout à fait hermétique, laisse la liberté d'arrêter le moteur presque instantanément et a l'avantage, sur le système des vannettes, d'être d'une manœuvre plus commode, plus prompte et plus facile à gouverner pour le régulateur.

« Ce système permet, en outre, d'ouvrir deux des injecteurs à la fois, de toute leur grandeur et diamétralement opposés, et ne présente aucun obstacle à l'écoulement des eaux, inconvénient que l'on était en droit de reprocher à tous les systèmes de vannettes généralement appliqués aux turbines.

« Tout, en un mot, concourt à faire de cette turbine un excellent moteur : bonne exécution du travail de construction, bonne disposition des travaux hydrauliques, manœuvre prompte et facile et bon rendement d'effet utile.

« Fait à Rouen, le 2 avril 1857.

« *Signé* Slawecki,
ingénieur civil. »



CONVERSION DU FER EN ACIER

PAR M. BINKS

(Breveté en 1857).

Le fer que l'on veut convertir en acier, est d'abord chauffé au rouge blanc, puis passé au laminoir pour prendre la forme de barres ou de plaques. On verse à mesure sur sa surface du *ferrocyanide de potassium* ou un autre composé convertisseur.

Le résultat de cette opération, est la conversion plus ou moins complète du fer en acier, selon la longueur du temps de contact entre le fer et le composé.

La feuille ou la barre d'acier ainsi produite, peut-être coupée en morceau et fondue dans des creusets, afin de former une masse homogène, ou bien elle peut être laminée, doublée et chauffée de nouveau, et ensuite soudée et forgée en barres.

Le composé convertisseur peut alors, si on le juge nécessaire, pendant la recuite, le laminage, ou le martelage et la soudure, être réappliqué au métal.

MACHINES A VAPEUR

DIVERS SYSTÈMES

DE MACHINES LOCOMOBILES

DES PRINCIPAUX CONSTRUCTEURS FRANÇAIS ET ÉTRANGERS

Nous nous proposons de passer en revue, dans cet article, les divers systèmes de machines à vapeur locomobiles, employées tant en France qu'à l'étranger.

Nous nous appesantirons naturellement davantage sur les machines construites et perfectionnées par les ingénieurs et constructeurs français, qui ont le plus contribué, depuis quelques années, à étendre et à généraliser l'application de ces moteurs transportables, qui rendent de si grands services à l'agriculture et à l'industrie en général.

En effet, c'est à l'application de ce genre de moteur aux travaux de construction et aux instruments d'agriculture que l'on est redevable des grands progrès qui ont été faits dans ces deux grandes branches d'industrie, comme économie de main-d'œuvre et de célérité; aussi, sans leur secours, les immenses travaux d'arts entrepris par les ingénieurs des chemins de fer, les constructions publiques et particulières commencées et terminées en si peu de temps, à Paris et dans toutes les villes principales de France, n'auraient pu, malgré le grand nombre de bras disponibles, être exécutés simultanément et avec cette rapidité vraiment étonnante que tout le monde a pu constater.

On comprendra donc aisément l'intérêt que nous devons prendre, et avec nous toutes les personnes qui s'occupent d'industrie, à toutes les nouvelles dispositions qui peuvent apporter quelques perfectionnements à ces machines qui sont appelées, nous l'espérons, à prendre encore une plus grande extension.

LOCOMOBILES DE M. ROUFFET, MÉCANICIEN A PARIS

M. Rouffet est peut-être le constructeur qui a le plus contribué à faire adopter en France les moteurs à vapeur transportables; il est un des premiers qui se soient occupés sérieusement de perfectionner les locomobiles, aussi est-il arrivé à livrer à l'industrie d'excellentes machines parfaitement construites, et fonctionnant avec la plus grande régularité.

Déjà, à l'exposition de 1839, il avait envoyé une machine de ce genre pour laquelle le jury lui a décerné une médaille de bronze (1).

A l'Exposition de 1849, il envoya encore une machine portative de 3 chevaux, qui lui valut une seconde récompense et le placement de plusieurs de ces machines, sur des forces de 2, 3 et 4 chevaux.

Nous avons publié à cette époque la disposition adoptée par M. Rouffet, comme on peut le voir dans le VIIe volume de ce recueil, mais depuis, ce constructeur a modifié d'une façon assez sensible, si ce n'est les parties fondamentales, au moins les détails principaux de construction : maintenant le cylindre ne se trouve plus dans la boîte à fumée, et les produits de la combustion ne sont plus obligés de faire plusieurs parcours dans des tubes bifurqués, avant de s'échapper.

Cette disposition qui était pourtant très-bonne, surtout pour utiliser la plus grande quantité possible du calorique, avait l'inconvénient de compliquer un peu trop la chaudière, ce qu'il faut éviter à tout prix dans ces sortes de machines, appelées à fonctionner entre les mains d'hommes inexpérimentés.

Dans les nouveaux modèles de M. Rouffet, la chaudière est formée de deux tubes cylindriques assemblés à angle droit.

Dans le tube vertical se trouve le foyer; dans le tube horizontal sont les tubes en cuivre rouge ordinaire, comme ceux des locomotives, qui conduisent la flamme directement à la boîte à fumée.

Cette disposition rend plus simple la construction de la chaudière, en permettant de supprimer les entretoises indispensablement employées dans les chaudières à foyer carré, pour les mettre à même de résister à la déformation occasionnée par la pression.

Toutes les parties de la machine reposent sur une grande plaque qui la rend indépendante de la chaudière, de façon que l'on pourrait, au besoin, comme le cas s'est déjà présenté, monter la machine sur un bâti quelconque plus ou moins éloigné de la chaudière.

(1) C'est vers cette époque que M. Carillion, ingénieur-mécanicien à Paris, qui s'occupe tout spécialement de machines propres à polir et travailler les glaces, proposa d'adapter aux outils de petites machines à vapeur spéciales. Cette idée, que lui-même il a mise en pratique en construisant, pour la belle glacerie de Montluçon, 29 petites machines à haute pression actionnant chacune un outil, a été appliquée, comme on sait, depuis plusieurs années avec avantage pour les marteaux-pilons, les machines-outils, les machines à imprimer, les grues, etc.

La vapeur agit dans le cylindre à détente par recouvrement.

Pour éviter les entraînements d'eau, la prise de vapeur a lieu, au moyen d'un tuyau terminé par une pomme d'arrosoir, tout au haut d'un dôme en bronze qui se trouve au-dessus du foyer, sur le corps vertical de la chaudière.

Un excentrique, dont la bielle est verticale, est calé sur l'arbre à manivelle et mène la pompe alimentaire placée au pied du bâti, quand la machine est simplement montée sur des patins en fonte, ou cette pompe est fixée sur la chaudière quand celle-ci est montée sur un train muni de roues.

Tous les modèles de M. Rouffet, depuis 1 cheval-vapeur jusqu'à 12 et 15 chevaux, peuvent être livrés indifféremment, soit montés sur des patins (et alors ces machines sont portatives mais non locomobiles), soit montés sur des roues avec un avant-train articulé; dans ce dernier cas, elles sont destinées à l'agriculture et aux travaux de construction des ponts et chaussées ou autres, et dans le premier cas, on les utilise dans les ateliers pour servir aux besoins de l'industrie.

Toutes les machines sortant de chez ce constructeur sont essayées au frein sous la pression à laquelle la chaudière est timbrée, et à une vitesse telle que le piston ne dépasse pas 90 centimètres à la seconde.

Ses ateliers sont organisés de manière qu'en dehors de ses autres travaux, M. Rouffet peut livrer environ une machine locomobile par semaine, comme il l'a déjà fait cette année durant plusieurs mois.

LOCOMOBILES DE M. CALLA, CONSTRUCTEUR A PARIS

M. Calla, indépendamment des développements qu'il a donnés aux ateliers de construction des machines-outils établis par lui à La Chapelle-Saint-Denis, a consacré de vastes ateliers à la construction spéciale des locomobiles, et notamment une chaudronnerie des plus complètes dans laquelle s'exécutent, non-seulement toutes les chaudières des machines à vapeur qui sortent en grand nombre de chez ce constructeur, mais encore des travaux de toutes sortes et d'une importance notoire. Nous citerons comme exemple plusieurs chariots ou ponts roulants de grandes dimensions, que nous avons vus en construction. Ces chariots, qui n'ont pas moins de 17 mètres de longueur, sont entièrement en tôle et formés de feuilles de 12 millimètres d'épaisseur réunies par des cornières en fer d'angle; ils sont calculés pour opérer le chargement et le déplacement de 20,000 kilog. au maximum.

En remarquant la bonne exécution de ces appareils, nous avons pu nous rendre compte de l'importance des travaux de chaudronnerie dont M. Calla peut se charger, ayant à sa disposition un atelier aussi bien organisé; mais revenons au sujet qui nous occupe spécialement.

Pour arriver à la simplicité de construction, à un service facile, sûr et

économique et aux conditions de légèreté et de déplacement qui doit être le caractère spécial des machines à vapeur locomobiles, M. Calla est parti du système adopté en 1851 par M. Clayton, Shuttlewort et Cᵉ, de Lincoln (Angleterre); mais il y a apporté de nombreuses et importantes modifications. Ainsi, il a augmenté la pression et donné plus d'étendue à la surface de chauffe, qui est portée à 1^m40 et jusqu'à 1^m80 par cheval; il a posé toutes les pièces de sa machine sur un siége général, rendant ainsi solidaires les points d'attache du cylindre avec les supports de l'arbre principal, et il a de beaucoup agrandi les passages de vapeur dans la distribution; enfin, il a appliqué un cendrier qui permet de régler le tirage et la cheminée de Klein. Cette cheminée a pour but, comme on sait, de prévenir les causes d'incendie en empêchant la fumée d'entraîner avec elle les flammèches dans l'atmosphère. Elle est munie, à cet effet, d'une enveloppe conique et d'un chapeau à cloisons que la fumée est obligée de parcourir avant de rencontrer une issue pour s'échapper. L'interruption dans la marche ascensionnelle de la fumée et les remous du courant gazeux déterminent la chute des flammèches dans l'espace compris entre la cheminée et l'enveloppe conique.

Les divers modèles de machines locomobiles, habituellement en cours de fabrication chez M. Calla, sont de la force nominale de 3, 6, 9, 12 et 15 chevaux.

Pour répondre aux besoins de l'industrie, un modèle de locomobile de la force de 2 chevaux est à l'étude.

La force réelle de ces machines, est de 30 à 40 p. 0/0 au-dessus de leur force nominale.

Elles sont éprouvées ou timbrées à six atmosphères, et elles doivent marcher à une pression effective de cinq.

Le nombre des coups du piston est, pour la vitesse normale, de 80 à 150 coups par minute, et le tiroir de distribution détend pendant le dernier cinquième de la course.

Leurs générateurs sont tubulaires, et ils sont protégés contre la déperdition du calorique par deux enveloppes superposées, un feutre de 2 centimètres d'épaisseur et un revêtement en bois.

Leur consommation en houille varie de 2 à 4 kilog. par cheval et par heure, suivant leur dimension et leur état d'entretien, c'est-à-dire que dans les plus petites machines la consommation ne dépasse pas 4 kilog. et qu'elle descend à 2 kilog. dans les machines de 15 chevaux bien construites.

Les dispositions données à la grille, et les proportions de la surface de chauffe, permettent d'employer pour le chauffage, avec une égale facilité, la houille, le coke, le bois et même la tourbe.

Ces machines peuvent être alimentées avec de l'eau chauffée par la vapeur de l'échappement, ce qui permet, sans aucune complication, d'économiser le combustible; elles sont pourvues des différents appareils de sûreté prescrits par les ordonnances en vigueur : soupape de sûreté, manomètre,

indicateur du niveau de l'eau, robinets de jauge et un appareil à tampon fusible qui a pour effet d'éteindre le feu aussitôt que, par une cause quelconque, le niveau d'eau dans le générateur s'abaisse au-dessous de certaines limites. Dans un tel cas, ce tampon fusible n'étant plus recouvert d'eau, est fondu par suite de l'élévation de la température qu'il éprouve et livre passage à la vapeur. Il y a lieu alors de le remplacer par un tampon semblable en plomb, forgé en bouchon conique, que l'on enfonce à sa place à coups de marteau.

La chaudière, comme nous venons de la décrire, munie de sa cheminée, de sa boîte, de son foyer et de la plaque en fonte qui supporte à la fois le cylindre horizontal, la pompe alimentaire, l'arbre de commande, le régulateur à boules et tous les accessoires, est montée sur quatre roues en fonte avec rayons en fer ; les deux de l'arrière sont montées sur un arbre en fer et sont plus grandes que les deux de l'avant, qui font partie d'un train articulé auquel s'attachent les brancards.

Les machines-locomobiles peuvent être livrées avec ou sans les roues et l'avant-train ; dans ce cas, défalcation est faite de leur valeur ainsi que l'indique le tableau suivant :

PRIX DE LOCOMOBILES de différentes forces.	AVEC ROUES essieux et avant-train.	SANS ROUES, essieux ni avant-train.
	fr.	fr.
Machine de 3 chevaux...............	4.000	3.800
» de 4 »	4.800	4.500
» de 6 »	6.500	6.100
» de 9 »	9.000	8.500
» de 12 »	11.500	10.900
» de 15 »	13.000	12.300

Le service des locomobiles de M. Calla est à la portée de tout ouvrier tant soit peu soigneux. Une grande facilité est d'ailleurs offerte aux acquéreurs pour l'instruction des chauffeurs ou conducteurs. L'acheteur peut choisir, dans la population de sa propre localité, l'ouvrier qu'il veut charger de la conduite de sa machine, et l'envoyer passer huit ou quinze jours dans l'établissement de M. Calla, où des locomobiles de diverses forces sont constamment en activité.

Cet ouvrier y fait un apprentissage réciproquement gratuit : il y conduit, alimente et entretient, nettoie lui-même et sous la direction d'ouvriers expérimentés, une machine semblable à celle qu'il doit conduire plus tard.

PRINCIPALES DIMENSIONS D'UNE MACHINE DE 3 CHEVAUX.

Diamètre du cylindre	0m120
Course du piston	0m250
Timbre de la chaudière et du cylindre	6 atm.
Pression effective de la vapeur	5 atm.
Nombre de tours par minute	140
Vitesse correspondante par seconde	1m950
Diamètre de la cheminée	0m165
Poids total de la machine vide	1400 kil.

MACHINE DE 6 CHEVAUX.

Diamètre du cylindre	0m150
Course du piston	0m300
Timbre de la chaudière et du cylindre	6 atm.
Pression effective de la vapeur	5 atm.
Nombre de tours par minute	120
Vitesse correspondante par seconde	2m
Diamètre de la cheminée	0m205
Poids sans roues, ni essieux, ni avant-train	2600 kil.
Poids avec roues, essieux et avant-train	6500 kil.

MACHINE DE 15 CHEVAUX.

Diamètre du cylindre	0m250
Course du piston	0m360
Pression de la vapeur	5 atm.
Nombre de tours par minute	95
Vitesse correspondante par seconde	1m900
Diamètre de la cheminée	0m230
Poids total de la machine à vide	5600 kil.

Depuis quatre ans, plus de 300 locomobiles ont été livrées par M. Calla, dont une centaine seulement pendant l'année 1856.

Leur force collective nominale est d'environ 1,800 chevaux-vapeur, et leur force réelle est de plus de 2,000 chevaux.

L'indication suivante des lieux où sont placées quelques-unes des machines de M. Calla et des emplois auxquels elles sont affectées ne peut être sans intérêt.

FRANCE

Départements.	Industries dans lesquelles ces locomobiles sont employées.
Aisne.	Élévation d'eau. Ateliers de chemins de fer.
Allier.	Épuisement. Scieries. Forges. Battage des grains.
Ardennes.	Scieries portatives. Exploitation de forêts.
Aube.	Battage des grains. Atelier de carrosserie. Papeterie. Fabrique de bonneteries.
Aude.	Battage des grains. Broyage du soufre pour les vignes.
Bouches-du-Rhone.	Agriculture. Usines. Travaux publics.
Calvados.	Fabrique de briques et de tuyaux de drainage. Travaux publics, construction de tunnel.
Charente.	Épuisement. Exploitation des bois.
Charente-Inférieure.	Travaux maritimes. Battage des grains.
Cher.	Exploitation de minières. Élévation des eaux. Agriculture, battage des grains.
Côte-d'Or.	Lavage et extraction de minerais.
Côtes-du-Nord.	Atelier de construction d'appareils agricoles.
Creuse.	Manufacture de tapis.
Doubs.	Construction de tunnel. Fabrique de brosses. Extraction des minerais.
Eure.	Travaux publics, épuisements. Forges. Agriculture.
Eure-et-Loir.	Moulins à blé.
Finistère.	Exploitation de mines. Constructions navales, ateliers.
Gironde.	Ateliers de construction. Scieries portatives.
Haute-Garonne.	Agriculture. Teinturerie. Atelier de charronnage.
Ile-et-Vilaine.	Construction de gares de chemin de fer. Scieries. École d'agriculture et construction de machines.
Indre.	Moulins à blé.
Isère.	Atelier de serrurerie. Ateliers de chemins de fer.
Landes.	Scieries portatives.
Loir-et-Cher.	Extraction de la marne. Fabrique d'engrais, moulins.
Loire.	Ateliers de construction, ventilateur.
Loire-Inférieure.	Établissement impérial d'Indret. Forges et laminoirs.
Loiret.	Agriculture, battage des grains. Draguage des canaux.
Marne.	Préparation de la tourbe. Battage des grains. Distillerie.
Manche.	Épuisements. Constructions navales.
Meuse.	Forges et fonderie.
Morbihan.	Usines. Travaux maritimes.
Moselle.	Explorations de houilles, soudage. Atelier de serrurerie. Épuisements.
Nièvre.	Exploration de gîtes houillers. Forges impériales.
Nord.	Épuisements. Forges. Élévation des eaux pour les canaux. Ateliers de mécanique.
Oise.	Féculeries. Travaux publics, battage des pilots, épuisements. Élévation des eaux. Exploitations agricoles. Moulins à blé.

ORNE.	Tréfilerie.
PAS-DE-CALAIS.	Exploitation de minières. Moteurs d'usines. Scieries. Travaux publics. Épuisements. Moulins à blé. Distillerie de betteraves.
PUY-DE-DOME.	Ateliers de chemins de fer.
BAS-RHIN.	Filature.
RHÔNE.	Agriculture, battage des grains. Épuisements.
HAUTE-SAÔNE.	Construction de tunnels. Bocardage des minerais.
SAÔNE-ET-LOIRE.	Exploitation de mines.
SARTHE.	Exploitation d'ardoisières.
SEINE.	Ateliers de construction de machines. Brasserie. Concassage du coke. Essais publics de machines agricoles. Élévation des eaux. Fabrique de briques et de tuyaux de drainage. Filature. Forges. Moulins à blé. Travaux publics, élévation des matériaux, fabrication du mortier, épuisements. Usines à gaz. Fabrique de passementeries. Fabrique d'huile de caoutchouc. Fabrique de fécule de marrons d'Inde.
SEINE-ET-MARNE.	Agriculture, battage des grains, distillerie de betteraves. Moulins à blé.
SEINE-ET-OISE.	Briqueterie mécanique. Distilleries. Irrigation. Moulins à blé. Entreprise, battage des grains. Exploitations agricoles. Plâtrières.
SEINE-INFÉRIEURE.	Travaux publics, battage des pilots. Épuisements.
SOMME.	Battage des grains. Fabrique de tapis. Huilerie.
TARN-ET-GARONNE.	Travaux publics.
VAR.	Épuisements. Scieries. Ateliers divers. Élévation des matériaux. Battage des pilots.
VIENNE ET YONNE.	Scieries portatives, exploitation de forêts.
HAUTE-VIENNE.	Exploitation des mines.

COLONIES FRANÇAISES

ALGÉRIE.	Élévation des eaux. Usine à palmi-coton.
GUADELOUPE.	Moteurs d'usines, sucreries ; auxiliaires de roues hydrauliques et de moulins à vent.
GUYANE.	Exploitation de forêts. Travaux de colonisation.

ÉTRANGER

AUTRICHE.	Travaux de chemins de fer.
BOHÊME-NASSAU.	Souffleries de hauts-fourneaux.
LOMBARDIE.	Travaux de chemins de fer. Exploitation de rizières.
SUISSE.	Fabrique de bois découpés. Scieries portatives. Battage de grains.
WURTEMBERG.	Ateliers de construction de machines.

ÉTATS-PONTIFICAUX.	Travaux de chemins de fer. Ateliers de construction de wagons.
ESPAGNE (canal de l'Èbre).	Épuisements. Préparation des mortiers.
— (Saint-Sébastien).	Épuisements. Manufacture.
— (Alicante).	Travaux publics.
— (Cacérès).	Exploitation des mines. Épuisements.
— (Botija).	Extraction de minerais.
— (Soria).	Scieries, exploitation de forêts.
— (Carthagène).	Constructions navales.
PORTUGAL.	Institut industriel. Travaux publics. Scieries portatives.
MOLDAVIE.	Agriculture, battage des grains. Travaux publics.
RUSSIE (Saint-Pétersbourg).	Fonderie, ventilateurs.
— (Cronstadt et Mingrélie).	Épuisements. Travaux publics.
— (Nicolaïew et Simphéropol).	Exploitation agricole, battage et mouture des grains.
TURQUIE (Constantinople).	Imprimerie.
ÉGYPTE (Alexandrie).	Moulins à blé.
AMÉRIQUE (Virginie).	Exploitation de forêts. Colonisation.
— (San-Salvador).	Exploitation des mines.
— (La Havane).	Moteur d'usine.

LOCOMOBILES DE M. FLAUD, MÉCANICIEN A PARIS

M. Flaud a appliqué à la locomobile le système à grande vitesse qu'il a adopté pour les machines fixes, il construit sur ce principe des locomobiles de deux systèmes différents.

D'abord la locomobile à chaudière tubulaire horizontale, telle qu'elle a été importée d'Angleterre, à cela près que le moteur proprement dit est moins volumineux et sans connexité avec la chaudière. En desserrant six écrous, la machine peut être enlevée et rendue fixe à volonté.

Les modèles de ce premier système sont de 3, 4, 6, 10 et 12 chevaux. La consommation de combustible est d'environ 3 kilog. de houille par heure et par force de cheval.

M. Flaud a construit près de 200 locomobiles, formant ensemble de 11 à 1200 chevaux de force.

Le second système pour lequel M. Flaud est breveté, et qu'il exploite avec succès, est un type de machine à vapeur simple, peu volumineux, et d'un prix comparativement très-restreint

Nous avons sous les yeux le dessin d'une locomobile de 5 chevaux de ce système qui figurait àu concours universel agricole de 1856.

Cette machine se compose d'une chaudière verticale formée de deux enveloppes concentriques; celle intérieure a 1m25 de haut sur 0m85 de diamètre et reçoit à sa partie inférieure la grille du foyer.

L'enveloppe extérieure a 1m85 de hauteur sur 1 mètre de diamètre.

Il reste donc entre les deux enveloppes un espace annulaire de 0m126 (déduction faite des épaisseurs de tôle de 12 millim.) qui se trouve rempli d'eau, ainsi que les deux tiers environ de la hauteur comprise entre les deux couvercles convexes des enveloppes; l'autre tiers sert de réservoir de vapeur. La cheminée s'attache dans l'axe du foyer et traverse l'eau et la vapeur.

La chaudière est à foyer intérieur, et c'est avec dessein que le constructeur ne l'a pas faite tubulaire, parce que, dit-il, les accidents sont bien moins à craindre dans ce cas, et que les réparations peuvent être faites par le premier chaudronnier venu; tandis que, si l'on travaille à la campagne, par exemple, avec des machines trop compliquées, à chaudières tubulaires, à retour de flammes ou autres dispositions plus savantes dans le but d'économiser la dépense du combustible, la moindre fuite, un coup de ringard donné à faux par un chauffeur peu soigneux ou négligent, peut faire chômer les ateliers pendant plusieurs jours et occasionner les accidents les plus graves.

Le nettoyage de la chaudière et du foyer est aussi facile que leur réparation. Deux trous d'homme de forme ovale sont pratiqués à cet effet; l'un, dans le bas, et l'autre sur le dôme de la chaudière qui est aussi garnie d'une soupape de sûreté et d'un manomètre.

Le cylindre à vapeur est fixé verticalement sur la paroi extérieure de la chaudière, et la tige du piston, réunie à une longue bielle, actionne directement un arbre coudé placé horizontalement. Cet arbre est monté dans deux supports, fixés également sur la chaudière, mais près du dôme, tandis que le cylindre est environ à 30 centimètres de la partie inférieure; il est muni de deux poulies et de deux excentriques.

Les excentriques servent, l'un à faire mouvoir le tiroir de distribution, l'autre la pompe alimentaire. L'une des poulies forme volant; elle a 50 centimètres de diamètre et transmet le mouvement sous une grande vitesse; l'autre poulie, qui n'a que 20 centimètres de diamètre, a pour but, également, de communiquer le mouvement à une machine quelconque mais naturellement à une vitesse moindre.

L'ensemble de la machine est monté sur deux roues seulement de 1m50 de diamètre et réunies à deux brancards.

Ces brancards, et par suite les deux roues, peuvent être dégagés par un simple mouvement de bascule, et alors la chaudière se trouve posée à terre et peut être fixée au sol, aux murailles ou aux échafaudages, selon qu'on le juge convenable.

Au moyen de cette disposition, pour soulever la chaudière de terre, lorsqu'on veut la transporter d'un point à un autre, on vient engager, sous les tourillons latéraux qui la supportent, les extrémités d'arrière des brancards, et l'on pèse sur les branches antérieures. La longueur de celles-ci est calculée de telle sorte, que deux ou trois hommes suffisent pour soulever l'appareil et le tenir en équilibre.

Aussitôt que les branches antérieures sont abaissées, les tourillons glissent vers les roues du chariot, sur des fers méplats huilés qui garnissent le dessus des branches de derrière et viennent s'arrêter dans les deux crochets rectangulaires qui sont au-dessus du centre des roues. On passe une broche verticale dans les extrémités de ces crochets pour empêcher les tourillons de ressortir, et l'on peut conduire où l'on veut avec un seul cheval attelé au chariot.

La vitesse normale de l'arbre moteur, pour la force de 5 chevaux, est de 250 révolutions par minute.

La pression de la vapeur dans la chaudière est de 6 atmosphères.

Le poids de cette machine est de 1,200 kilog., soit 240 kilog. par force de cheval.

Cette légèreté est un premier avantage au point de vue du transport et de la pose sur les échafaudages ou dans les travaux de chantier.

La consommation de houille est de 3 à 4 kilog. par heure et par force de cheval. Consommation que l'on peut réduire si l'on entoure la chaudière d'une enveloppe en bois et d'autres matières non conductrices de la chaleur.

Le prix de la machine est diminué dans le rapport de son poids. Il peut être estimé, d'une manière générale, à 25 p. 0/0 au-dessous du prix des locomobiles de même force, système horizontal, de telle sorte que si une locomobile ordinaire de 5 chevaux coûte 5,000 fr., la locomobile verticale n'en coûtera que 4,000 ou même 3,500.

LOCOMOBILES DE M. DUVOIR, INGÉNIEUR-MÉCANICIEN A LIANCOURT (OISE).

M. Duvoir s'occupe depuis longtemps, comme on sait, de la construction des machines à battre le blé, et on peut presque dire qu'il est le créateur de ces sortes d'appareils, par la bonne disposition qu'il a su donner à toutes les pièces, et par les perfectionnements successifs qu'il leur a fait subir; aussi il en a livré jusqu'à 50 à 60 par mois.

Pour mettre en mouvement ses machines à battre, M. Duvoir, comme tous les mécaniciens qui font une spécialité de ces appareils, livre avec elles des manéges très-bien disposés qui permettent aux cultivateurs d'employer leurs chevaux.

En outre de ces manéges, et depuis quelques années déjà, ce constructeur, qui a considérablement agrandi ses magnifiques ateliers de Liancourt, livre non-seulement pour le service de l'agriculture, mais encore pour toute espèce d'industrie spéciale, des machines à vapeur fixes et des locomobiles pour lesquelles il s'est fait breveter en 1856.

Nous avons déjà parlé de ses machines fixes et de ses batteuses dans le *Génie industriel* (vol. XIII); nous ne nous occuperons dans cet article que de ses locomobiles et des particularités qu'elles présentent.

Ce système, breveté le 8 mars 1856, se distingue :

1° Par de nouvelles dispositions du générateur à vapeur, permettant d'obtenir de grandes surfaces de chauffe et de réaliser une économie de combustibles;

2° Par des agencements particuliers de la machine sur la chaudière.

Celle-ci se compose d'une capacité demi-cylindrique qui, dans sa partie inférieure, est rectangulaire sur les deux faces latérales, et présente, en dessous, une surface concave également demi-cylindrique, mais d'un plus petit diamètre et sous laquelle est placé le foyer.

Dans le corps même de la chaudière sont deux gros tubes qui communiquent par une de leurs extrémités avec la plaque du fond, et par l'autre extrémité avec la boîte à fumée placée du côté du foyer.

Il résulte de cette disposition que la flamme et les gaz qui se dégagent pendant la combustion parcourent toute la longueur de la chaudière, en chauffant la surface demi-cylindrique concave, et qu'arrivés à l'extrémité ils s'élèvent dans un compartiment vertical, ajouté derrière le fond de la chaudière, pour de là se distribuer dans les deux gros tubes qu'ils parcourent sur toute leur longueur. L'air brûlé et les gaz sortent alors dans la boîte à fumée, d'où ils s'échappent par la cheminée d'appel placée immédiatement au-dessus.

A la partie inférieure, et comme pour limiter les dimensions du canal de parcours de la flamme, immédiatement à la sortie du foyer, est disposé un réservoir qui a le mérite de chauffer, jusqu'à un certain degré, au contact du calorique, l'eau qu'il contient.

C'est dans ce réservoir que la pompe alimentaire puise l'eau qu'elle envoie au générateur.

Le réservoir de vapeur est formé d'une capacité en fonte assez élevée, qui porte les soupapes de sûreté; il est placé sur la chaudière, à l'extrémité, du côté opposé à la cheminée.

C'est entre celle-ci et le réservoir qu'est placée la machine ou le moteur proprement dit.

Le cylindre à vapeur avec sa distribution, le régulateur, l'arbre de transmission muni de sa manivelle, d'un volant et de la poulie et, enfin, tous les accessoires de la machine, sont montés sur une sorte de caisse en fonte rectangulaire qui forme bâti et qu'il suffit de fixer sur la chaudière par quelques boulons.

Il résulte de cette disposition, déjà adoptée par plusieurs autres constructeurs, mais d'une façon toute différente, cet avantage que l'on peut exécuter la machine, la monter complétement et la placer en quelqnes instants sur la chaudière; et qu'en outre, il est extrêmement facile et commode de déplacer le moteur, et de remplacer au besoin, soit la chaudière elle-même tout entière, soit seulement une partie, comme aussi de réparer ou de changer une ou plusieurs pièces de la machine.

Nous apprenons que M. Duvoir a fait quelques modifications aux dis-

positions que nous venons de décrire, mais qu'il attend pour les faire connaître les résultats d'expériences qui doivent les sanctionner. Nous nous empresserons aussitôt que ces résultats nous seront parvenus, et s'ils sont satisfaisants, comme nous l'espérons, d'en donner connaissance à nos lecteurs.

LOCOMOBILES DE M. LOTZ AINÉ, CONSTRUCTEUR A NANTES (LOIRE-INFÉRIEURE)

Les machines à vapeur locomobiles que construit M. Lotz aîné sont principalement applicables à l'agriculture ; pourtant il a deux dispositions distinctes. Dans l'une (voir à ce sujet le vol. XII, pl. 76, du *Génie industriel*), la chaudière et la batteuse sont séparées, chacune est montée sur un *chartil* formé de longrines en fer, supportées par deux roues avec double chambrière devant et derrière.

Le cylindre est fixé contre la machine à battre et communique avec le générateur au moyen d'un tuyau en cuivre emboîté dans un autre tuyau, qui sert à l'échappement de la vapeur.

On évite ainsi du même coup la condensation et les inconvénients qui résulteraient de l'échappement de la vapeur à proximité de la machine, lorsqu'elle bat dans une grange, car elle peut, grâce à cette séparation de la chaudière, fonctionner aussi bien au dedans qu'au dehors, quoique n'ayant pas d'arbre de couche.

Cette circonstance est importante pour les battages d'arrière-saison et d'hiver, généralement usités dans tout le nord et l'est de la France, et qui se répandent chaque jour davantage dans le centre et l'ouest.

Une machine semblable de la force de 3 chevaux peut battre dans une heure 5 à 600 gerbes de blé, de 9 à 10 kilog. en moyenne.

La consommation de houille en 12 heures est d'environ 3 à 3 1/2 hectolitres.

Son prix de revient, dans les ateliers du constructeur, est de 4,500 fr.

Dans l'autre disposition, chaudière, machine à vapeur et machine à battre, sont réunies sur le même chartil, également en fer et monté de la même façon. Le cylindre moteur est placé immédiatement contre le bâti en fer et tôle de la batteuse ; un seul arbre à manivelle transmet le mouvement. Une poulie-volant d'un poids suffisant sert à régulariser ce mouvement, que les inégalités de la résistance tendraient à faire varier notablement.

Cette seconde machine est, sans contredit, la plus facile à transporter de toutes les batteuses à vapeur qui existent.

Quoique toute en fer, en fonte et en cuivre, et d'une force qui peut être portée sans danger jusqu'à 6 chevaux, cette batteuse, montée sur deux roues, ne pèse que 2,700 kilogrammes; elle peut être traînée facilement par deux chevaux ou deux bœufs dans les bons chemins, et cir-

cule même dans les plus mauvais et dans les champs, moyennant un attelage suffisant.

Le cylindre a 0m18 de diamètre intérieur et 0m25 de course. A la pression moyenne de 4 atmosphères 1/2, avec le robinet aux deux tiers ouvert, et une alimentation convenable, le piston donne en moyenne 150 coups à la minute. La poulie-volant a un diamètre de 1m30; la poulie du tambour-batteur qu'elle commande en a un de 0m18, ce qui donne près de 1,100 tours du batteur par minute.

Nous ajouterons que, quoique ces machines soient construites avec une très-grande simplicité, et même une certaine apparence de grossièreté, toutes les pièces importantes y sont très-soignées et parfaitement exécutées. Du reste, l'expérience a montré leur solidité, car elles ont dû et doivent tous les jours résister aux dangers que leur font courir non-seulement l'ignorance et la maladresse, mais encore le mauvais vouloir de ceux qui doivent les faire fonctionner.

LOCOMOBILES DE MM. RENAUD ET LOTZ, MÉCANICIENS A NANTES

MM. Renaud et Lotz sont les premiers qui, dans l'ouest de la France, ont construit des batteuses à vapeur, et, dès l'abord, ils ont su les amener à un degré de perfection et de bon marché tel, que dans l'espace de six années, c'est-à-dire depuis 1849 jusqu'en juin 1855, ils en avaient livré 250 (1). Aujourd'hui cette maison est, sans conteste, l'une des premières de France pour la construction des batteuses à vapeur.

Il n'est pas sans intérêt de voir la progression suivie pour la construction de ces machines :

En 1849	3
1850	19
1851	20
1852	23
1853	36
1854	99
Les 6 premiers mois de 1855	50
Total	250

Ces batteuses sont de même force et du même prix que celles de M. Lotz aîné. Elles portent également, réunis sur le même chartil en fer, l'appareil de battage, la chaudière et la machine à vapeur. Mais ces trois parties sont disposées d'une façon un peu différente et qui, à certains égards, semble préférable.

(1) Nous trouvons ce résultat dans le rapport du jury mixte international de l'Exposition universelle de 1855.

MM. Renaud et Lotz ne se bornent pas à construire des batteuses sur commandes, comme M. Lotz aîné, ils en ont ordinairement un certain nombre qui, sous la conduite d'un mécanicien accompagné de deux ouvriers, parcourent, après la moisson, les diverses parties de la France, et battent à façon chez les cultivateurs,

au prix ordinaire de 50 centimes par hectolitre de grain.

Ce genre de spéculation, non-seulement a été fort utile aux nombreuses localités où il s'est effectué et a servi à faire connaître et à populariser l'usage des batteuses et des machines à vapeur, mais encore il a permis aux constructeurs de reconnaître promptement les défauts que pouvaient présenter leurs machines et d'y porter remède.

Nous répéterons ici ce que nous avons dit des batteuses à vapeur de M. Lotz aîné, qu'elles sont un véritable tour de force de simplicité, de légèreté et de bon marché, comparées aux grandes batteuses anglaises, marchant au moyen de locomobiles séparées, et que, chose plus remarquable encore, malgré cette simplicité, cette légèreté et ce bon marché, elles donnent un effet utile supérieur à celui de ces dernières.

PRINCIPALES DIMENSIONS D'UNE MACHINE A 4 CHEVAUX.

Diamètre du cylindre	0m145
Course du cylindre	0m290
Nombre de tours par minute	130
Vitesse correspondante par seconde	1m250
Pression de la vapeur dans la chaudière	5 atm.
Diamètre de la cheminée	0m220
Surface du foyer	1m.q.83
» des tubes	4m.q.28
» de chauffe par cheval nominal	1m.q.60
» de la grille ... 3d5 × 7d5 =	26d.q.25
Poids total à vide	2300 kil.
Prix	4,000 fr.

LOCOMOBILES DE MM. NEPVEU ET Ce, CONSTRUCTEURS A PARIS.

A l'Exposition universelle de 1855, MM. Nepveu et Ce, avaient envoyé une machine locomobile de la force de 3 chevaux, remarquable par sa simplicité. La chaudière, qui a 2 mètres de long et 0m80 de diamètre, est cylindrique, à foyer intérieur, également cylindrique, et à retour de flamme par 27 tubes de 0m035 de diamètre.

La pensée de ces constructeurs, en faisant parcourir ce grand trajet à la flamme, a été de diminuer les chances d'incendie provenant des flam-

mèches entraînées, en même temps qu'ils obtenaient ainsi une grande surface de chauffe,

soit : $5^{m.q.}40$ ou $1^{m.q.}8$ par cheval.

Le tout est porté sur deux roues ordinaires en bois, avec boîtes à graisse du commerce, et quand on voit cet ensemble avec les deux brancards, dans lesquels un cheval peut être attelé, on dirait un simple tonneau d'arrosage. Ces brancards se démontent facilement au moment où l'on se sert de la machine, et alors deux petits tréteaux placés à chaque extrémité de la chaudière, et facilement transportables, la maintiennent en équilibre.

Le mécanisme de la machine est ramené à la plus grande simplicité et présente, dans toutes ses parties, un caractère de solidité remarquable. Ainsi le piston est en fer forgé, avec tige en acier, la bielle est en fer et les coussinets en bronze. La manivelle, qui est en fonte, fait corps avec l'excentrique, dont le collier et la tige sont en fer.

En vue de prévenir l'usure du tiroir ordinaire de distribution, et d'avoir un mécanisme dont la réparation fut toujours facile, MM. Nepveu et Cᵉ ont remplacé le tiroir par deux petits pistons à segments fixés sur une même tige et qui glissent dans un petit cylindre alésé, portant un presse-étoupe à chaque bout, et venu de fonte avec les plateaux du cylindre à vapeur, de sorte que, même sans démonter le cylindre, ce tiroir particulier peut être réparé. Le même boulon, qui articule la bielle avec la tige du piston du cylindre à vapeur, fait mouvoir la tige de la pompe alimentaire, qui est à clapets ordinaires, faciles à visiter.

PRINCIPALES DIMENSIONS D'UNE MACHINE DE 3 CHEVAUX.

Diamètre du cylindre	$0^{m}140$
Course du piston	$0^{m}200$
Nombre de tours par minute	80
Vitesse correspondante par seconde	$0^{m}530$
Pression de la vapeur, dans la chaudière	5 atm.
Diamètre de la cheminée	$0^{m}18$
Surface du foyer	$1^{m.q.}28$
» des tubes	$4^{m.q.}12$
» de chauffe par cheval nominal	$1^{m.q.}80$
» de la grille $3^{d}5 \times 5^{d}5 =$	$19^{d.q.}25$
Poids total de la machine à vide	1200 kil.

LOCOMOBILES DE MM. CLAYTON, SHUTTLEWORTH ET Cᵉ, CONSTRUCTEURS A LINCOLN (ROYAUME-UNI)

Ces constructeurs, à l'Exposition de 1855, avaient envoyé une locomobile de la force nominale de 6 chevaux, qui diffère de celle qu'ils exécu-

taient à l'époque de l'Exposition de Londres (1851), et présentant cette particularité que le cylindre moteur et la boîte de distribution sont placés dans la boîte à fumée. Là, ils sont entourés d'une enveloppe métallique qu'échauffent les produits de la combustion (400° et au-dessus), pendant que la vapeur circule entre sa paroi intérieure et les surfaces externes du cylindre et de la boite.

Le reste est comme dans les locomobiles ordinaires; un pendule conique règle la valve d'admission de la vapeur; la tige du piston est guidée par deux coulisses, et un excentrique, calé sur l'arbre du volant, mène la pompe alimentaire placée latéralement à la chaudière.

Ces habiles constructeurs avaient déjà livré, en 1855, plus de 1,200 locomobiles, et, dans l'année qui précède cette date, le chiffre a dépassé une locomobile par jour. Il s'agit ici de leurs anciens modèles de 4, 5, 6, 7, 8 et 10 chevaux, figurés dans une notice dont nous avons extrait les chiffres suivants :

LOCOMOBILES de différentes forces.	PRIX.	POIDS.	CONSOMMATION de charbon par force de cheval et par heure.	QUANTITÉ d'eau vaporisée par heure.	QUANTITÉ de blé battu par journée de 10 heures.
	fr.	kil.	kil.	kil.	hectol.
Machines de 4 chevaux.....	4.375	1.814	3k40 à 4k54	145.40	65 à 75
» de 5 »	4.750	2.268	3 62 à 4 54	181.75	75 à 95
» de 6 »	5.250	2.495	3 78 à 4 54	218.10	95 à 115
» de 7 »	5.750	2.721	3 89 à 4 54	254.45	115 à 135
» de 8 »	6.250	2.948	3 97 à 4 54	290.80	135 à 175
» de 10 »	7.125	3.402	4 08 à 4 54	327.15	175 à 195

PRINCIPALES DIMENSIONS D'UNE MACHINE DE 6 CHEVAUX.

Diamètre du cylindre.................................. 0m180
Course du piston.................................. 0m220
Pression de la vapeur.................................. 3atm.5
Diamètre de la cheminée.................................. 0m240
Hauteur.................................. 2m600
Surface du foyer.................................. 1m.q.050
» totale des tubes.................................. 11m.q.530
» de chauffe par cheval nominal.................. 2m.q.090
» de la grille.................. 3d0 × 6d5 = 19d.q.50

On voit qu'en proportion, la grille est beaucoup plus petite que dans les machines précédentes françaises.

MACHINE DE 8 CHEVAUX.

Diamètre du cylindre	0m200
Course du piston	0m300
Pression de la vapeur	3atm. 5
Diamètre de la cheminée	0m240
Surface totale des tubes	7m.q.500
» par force de chauffe par cheval nominal	1m.q.00

LOCOMOBILES DE MM. HORNSBY ET FILS, A GRANTHAM (LINCOLN) ROYAUME-UNI.

Ces constructeurs ont, dès 1851, apporté aux locomobiles un perfectionnement qu'on retrouve dans celles qu'ils construisent maintenant. Ce perfectionnement consiste en ceci, que le cylindre et la boite de distribution sont enfermés dans le réservoir de vapeur. La disposition des autres pièces de la machine n'offre rien de particulier. MM. Hornsby citent les chiffres suivants de consommation comme étant réalisés par leurs locomobiles, par force de cheval et par heure :

Pour les machines	de 8 chevaux...	2k065
	de 7 » ...	2k315
	de 6 » ...	2k550

PRIX DES DIVERS MODÈLES.

Machine de la force de	4	chevaux		4,500 fr.
» »	5	»		5,000
» »	6	»		5,500
» »	7	»		5,875
» »	8	»		6,375
» »	10	»		7,375

LOCOMOBILES DE MM. RANSOMES ET SIMS, A IPSWICK (SUFFOLK) ROYAUME-UNI.

Dans les machines de ces constructeurs tout est extérieur. Un seul bâti posé sur la chaudière supporte la machine, et tout l'ensemble présente un aspect de solidité qui n'exclut ni l'élégance ni le fini de l'exécution. Les roues de MM. Clayton et Hornsby sont en bois; celles de MM. Ransomes sont en fonte, avec raies croisées en fer. Deux coulisses guident la tige du piston, dont la bielle agit sur une manivelle coudée; une roue d'angle, calée sur un des tourillons de l'arbre de cette manivelle, engrène avec une autre roue fixée sur l'axe du modérateur.

Sur l'arbre à manivelle sont calés deux excentriques; l'un mène la pompe alimentaire placée à l'arrière près de la cheminée, et l'autre fait mouvoir la distribution placée à l'avant.

Un levier permet de régler à la main l'introduction de la vapeur et le jeu

du tiroir de distribution ; un second levier sert à manœuvrer un registre placé dans la cheminée pour régler le tirage.

Au-dessous du foyer est placé un cendrier, dont le fond a la forme d'une cuvette ; on met de l'eau dans ce cendrier pour éteindre les escarbilles à mesure qu'elles tombent de la grille.

PRINCIPALES DIMENSIONS D'UNE MACHINE DE 7 CHEVAUX.

Diamètre du cylindre	$0^{m}180$
Course du piston	$0^{m}250$
Pression de la vapeur	$3^{k}\ ^{m}3$
Diamètre de la cheminée	$0^{m}250$
Surface du foyer	$1^{m.q.}20$
» des tubes	$7^{m.q.}84$
» de chauffe par cheval nominal	$1^{m.q.}30$
» de la grille $4^{d} \times 6^{d} =$	$24^{d.q.}$
Prix d'une machine de 5 chevaux	3,750
» de la machine de 7 chevaux	5,375 fr.
» » 10 »	7,375

LOCOMOBILES DE MM. PÉRIGNON, THOMAS ET LAURENS, INGÉNIEURS A PARIS.

On remarquait, au concours universel agricole de 1856, 22 locomobiles envoyées par des constructeurs français et anglais. M. Gaudry, à une séance de la Société des ingénieurs civils, constate l'exécution généralement très-soignée de ces machines ; il signale à l'attention la forme donnée dans la locomobile de Hornsby aux tubes de la chaudière, lesquels sont étranglés et diminués au moins de un centimètre à la partie logée dans la plaque tubulaire du foyer, sans distancer les tubes au delà des limites ordinaires : le constructeur a aussi donné aux pleins de la plaque tubulaire du foyer plus d'étendue, pour la solidité et pour la réception directe du calorique.

Dans la majorité des machines à vapeur exposées, le système du mécanisme appartient au type, dit mouvement de locomotive horizontale.

Il est bon de remarquer que tandis qu'on adopte généralement en France le système horizontal, les types verticaux paraissent obtenir une préférence marquée, au moins pour les machines agricoles.

On remarquait principalement à cette exposition les machines des constructeurs dont nous avons parlé plus haut, MM. Calla, Lotz aîné, Lotz et Renaud, Hornsby et enfin la locomobile de MM. Pérignon, Thomas et Laurens, exécutée par M. Gouin, à Clichy, qui, entre autres particularités, possède une chaudière tubulaire en retour de flammes, se démontant en deux parties à la manière d'un étui. Cette disposition permet de la nettoyer à fond dans ses moindres parties.

Voici les dimensions principales de deux machines de ce système :

MACHINE DE 6 CHEVAUX.

Diamètre du cylindre		$0^{m}20$
Course du piston		$0^{m}25$
Pression de la vapeur dans la chaudière		7 atm.
Diamètre de la cheminée		$0^{m}20$
Surface du foyer		$2^{m.q.}41$
» totale des tubes		$3^{m.q.}60$
» de chauffe par cheval nominal		$0^{m.q.}84$
» de la grille, $4^{d} \times 6^{d}$	=	$24^{d.q.}$

MACHINE DE 10 CHEVAUX.

Diamètre du cylindre		$0^{m}25$
Course du piston		$0^{m}30$
Pression de la vapeur dans la chaudière		7 atm.
Diamètre de la cheminée		$0^{m}23$
Surface du foyer		$1^{m.q.}86$
» totale des tubes		$4^{m.q.}14$
» de chauffe par cheval nominal		$0^{m.q.}60$
» de la grille	$5^{d} \times 7^{d}$ =	$35^{d.q.}$

M. Tresca, ingénieur, professeur de mécanique au Conservatoire des Arts et Métiers, vient de diriger des expériences comparatives faites sur ces dernières machines, sur celles de M. Tuxford, d'Angleterre, comme aussi sur celles de MM. Nepveu et Ce, et MM. Cail et Ce. Nous regrettons de ne pouvoir donner aujourd'hui le résultat de ces expériences, mais, sur l'offre obligeante de M. Tresca de nous les communiquer, nous les ferons connaître prochainement. Nous savons déjà que l'on a obtenu, avec les locomobiles de MM. Pérignon, Thomas et Laurens, une économie notable de combustible.

LOCOMOBILES DE MM. CAIL ET Ce, CONSTRUCTEURS A PARIS.

Les machines locomobiles de la maison Cail et Ce se distinguent, comme construction, par cet aspect de solidité et de régularité dans l'ensemble, et, dans les détails, par les formes arrondies et mâles qui caractérisent toutes les pièces de mécaniques qui sortent de cet établissement; comme disposition particulière, par l'application d'un réchauffeur placé sous la chaudière, et muni d'un serpentin par lequel passe la vapeur avant de s'échapper, par la cheminée, dans l'atmosphère.

L'eau froide arrive librement dans cet appareil; elle s'y échauffe à un degré assez élevé par le simple contact des tuyaux du serpentin. La pompe alimentaire l'aspire alors et la refoule dans le générateur.

Ces sortes d'appareils, propres à chauffer l'eau d'alimentation, offrent

un avantage réel et facile à comprendre par rapport à la dépense de combustible. Ils ont pourtant l'inconvénient de compliquer un peu les machines locomobiles; mais cet inconvénient disparaît presque totalement dans les moteurs à vapeur fixe, aussi les applique-t-on presque généralement aux machines qui ne sont pas pourvues de condenseur. Nous avons déjà publié dans le *Génie industriel* quelques dispositions d'appareils de cette sorte, et très-prochainement nous donnerons, dans ce Recueil, le dessin d'un système très-simple que M. Cavé applique, depuis longtemps déjà, avec un grand succès.

OBSERVATIONS

Nous avons vu fonctionner toutes les machines que nous venons de passer en revue, soit dans les chantiers de construction soit dans les ateliers ou aux expositions de 1855 et 1856, de sorte que nous sommes certain que leurs dispositions sont pratiques et qu'elles donnent de bons résultats; il n'en est pas de même de leur consommation exacte de combustible et de leur rendement par force de cheval, nous avons été obligé, pour donner les renseignements contenus dans les articles qui précèdent, de suivre les chiffres que chaque constructeur a bien voulu nous communiquer, tant pour la consommation de houille, que pour le rendement et les prix de vente.

Nous ferons remarquer, à ce sujet, que, pour les machines anglaises, par exemple, certains chiffres de consommation nous paraissent très-réduits. Il est probable que ce sont des résultats d'expériences faites avec le plus grand soin, et en dehors d'un service courant, par une conduite habile et par des soins réunis dans l'installation, le choix du combustible, le chauffage de l'eau d'alimentation, etc.

Pour la question de prix, on aurait aussi grand tort de vouloir comparer, pour se déterminer à faire un choix dans ceux des divers constructeurs mentionnés, sans avoir examiné par avance la construction de chaque locomobile en particulier.

Toutes les machines, et principalement les moteurs à vapeur, ne peuvent être appréciés sur un simple examen extérieur. Il faut des essais sérieux et une analyse attentive, pour juger de la valeur d'une machine qui doit réunir toutes les conditions désirables de force, de solidité, de durée et d'économie.

C'est pour cette raison, que beaucoup de constructeurs ne donnent, autant que possible, le tarif de leur prix que dans leurs ateliers, en présence des machines elles-mêmes.

Nous allons compléter cette revue des divers systèmes de locomobiles à vapeur employés dans l'industrie, par la description de la machine perfectionnée de M. Bréval, que nous avons représentée sur la planche 11.

LOCOMOBILE A VAPEUR
PERFECTIONNÉE

PAR

M. BRÉVAL, ingénieur-mécanicien à Paris

(PLANCHE 11)



Avant de commencer la description détaillée des différentes pièces qui composent la locomobile de M. Bréval, nous ferons remarquer que ce qui distingue cette machine, en dehors des détails de construction et des assemblages et que chaque constructeur modifie suivant ses inspirations, ce sont :

1° La disposition du cylindre placé dans l'intérieur de la chambre de prise de vapeur et fondu avec elle ainsi que le canal de distribution ;

2° La combinaison particulière de la valve d'émission de la vapeur dans le cylindre, ainsi que celle d'admission actionnée par le régulateur.

Il résulte de ces deux dispositions la suppression complète des tuyaux et de toute espèce de conduite de vapeur, ce qui présente l'avantage de conserver à celle-ci, à son entrée dans le cylindre, toute la force expansive qu'elle possède en sortant de l'appareil générateur.

Les sections verticale et horizontale (fig. 5 et 6) de la chambre de vapeur, font bien comprendre ces particularités distinctives dont nous reparlerons plus loin.

DESCRIPTION.

La fig. 1 est une projection verticale et longitudinale de la locomobile toute montée, la cheminée est placée horizontalement dans la position qu'elle doit occuper quand on déplace la machine.

La fig. 2 est un plan horizontal vu en dessus de cette locomobile.

La fig. 3 est une vue latérale, du côté du foyer.

La fig. 4 en est également une projection latérale, mais regardée du côté opposé, et en section transversale faite suivant la ligne 1-2.

La fig. 5 est en détail, sur une plus grande échelle et en section suivant

la ligne 3-4 de la fig. 2, de la chambre ou réservoir de vapeur fondu avec le cylindre et le canal d'admission et de sortie de la vapeur.

La fig. 6 indique en section, perpendiculaire à la précédente, les valves d'admission de la vapeur dans le cylindre.

La fig. 7 est une section horizontale faite suivant la ligne 5-6 du cylindre et de la distribution.

Dispositions générales. — La chaudière de cette locomobile se compose d'un corps cylindrique en tôle A, dans lequel sont disposés des tubes en laiton B (fig. 4), qui débouchent dans la boîte à fumée A′, placée à l'extrémité de la chaudière.

Cette boîte est surmontée de la cheminée C qui est divisée en deux pièces assemblées à charnières au point *c*, afin de permettre de coucher horizontalement la partie supérieure C′. A cet effet, un croissant *d* est fixé sur le dôme de la chambre de prise de vapeur D; il reçoit la cheminée, comme l'indique la fig. 1, quand on veut déplacer la machine.

Le corps cylindrique A de la chaudière est réuni au moyen d'une cornière *a* avec une capacité A^2, d'un diamètre plus grand que lui et placée un peu excentriquement à son centre.

Cette capacité est garnie d'un gros tube qui sert de foyer et qui, à cet effet, reçoit la grille. Une des extrémités de ce foyer est formée, comme dans les machines locomotives, par une plaque percée, dans laquelle les tubes conducteurs de la fumée sont ajustés, tandis que l'autre extrémité est terminée par un disque en fonte E, percé de deux ouvertures, l'une est fermée par la porte en fonte E′, l'autre *e* est libre, pour laisser circuler au-dessous de la grille l'air nécessaire à la combustion.

Par le fait de cette disposition, il reste donc autour du foyer un espace annulaire qui est en communication avec la chaudière proprement dite A, de sorte que pour chauffer l'eau, et par suite produire la vapeur, on utilise à la fois le rayonnement direct du foyer et le passage des produits de la combustion dans les tubes.

Le disque en fonte E est garni du niveau d'eau *i* et des deux robinets d'épreuves *i*′, placés l'un en contre-bas de l'autre pour vérifier la hauteur de l'eau dans la chaudière, dans le cas de non-indication du niveau d'eau.

La chambre de prise de vapeur D est munie des autres appareils de sûreté; sur le côté qui fait face au chauffeur est placé le manomètre indicateur de pression *k*, et sur le sommet, la soupape de sûreté *j* dont l'extrémité du levier est réunie à une sorte de balance à ressort *j*′ qui remplace avantageusement, surtout pour les machines locomobiles, le contre-poids employé le plus ordinairement.

L'ensemble de la chaudière comprenant la boîte à fumée surmontée de sa cheminée, son foyer, la prise de vapeur et les différents organes de la machine à vapeur proprement dite, est monté à l'arrière sur deux grandes roues F, mobiles avec des boîtes ordinaires sur un essieu fixe *f* qui épouse une partie de la circonférence du corps cylindrique A^2, sur

lequel il est fixé par deux colliers $f^{\bullet}$; l'avant, du côté de la cheminée, est supporté par deux petites roues G, dont l'axe g est monté sur un train articulé G′ (fig. 1 et 4) muni de sa cheville ouvrière g' et de ses deux plateaux; l'un, supérieur h, est fondu avec des nervures et est fixé à la chaudière; l'autre h', est mobile avec le train en bois muni des pièces en fer g^2, qui sont percées pour recevoir les boulons servant à fixer les brancards d'attelle.

Cylindre a vapeur et distribution. — Le dôme D, qui forme la chambre de prise de vapeur, est fondu, comme nous l'avons dit, avec le cylindre H, le canal d'admission I et la boîte de distribution I′.

Le cylindre est fermé d'un bout par le fond H′ (fig. 7) et de l'autre par le couvercle H², muni d'une boîte à étoupe dans laquelle se meut la tige p du piston P.

Le canal d'admission de vapeur dans la boîte de distribution, est fondu avec deux parties renflées circulairement qui présentent, sur la face de la chambre D, deux ouvertures : la première reçoit la valve d'émission l, et la seconde le papillon m qui règle l'introduction de la vapeur au moyen du régulateur.

La valve l (fig. 5 et 6) est formée d'un segment en bronze fixé sur un arbre vertical qui traverse une boîte à étoupe l'. Cette boîte est en bronze et fondue avec une bride circulaire, qui est fixée par des vis sur la partie dressée de l'ouverture servant à l'introduction de la valve. Un second presse-étoupe m', semblable à celui l', est disposé pour recevoir l'axe prolongé du papillon m.

La boîte de distribution dans laquelle se meut le tiroir t, est fermé par un tampon en fonte J boulonné sur la paroi de la chambre D.

On doit remarquer que, quoique le cylindre et tout le mécanisme de distribution soient renfermés dans la chambre de vapeur, on peut très-aisément, et sans démonter aucune pièce (par suite de l'application à l'extérieur des boîtes à étoupe et tampons) vérifier, démonter, réparer piston, valves ou tiroir. On voit aussi qu'au moyen de cette disposition, toute espèce de conduite de vapeur entre la chaudière est supprimée; il n'existe plus que le canal intérieur I′.

En outre de l'économie de construction, de place et de simplicité qui résulte de cette combinaison, la vapeur arrivant de la chaudière par les orifices n (fig. 5), et n'ayant plus à traverser de tuyaux extérieurs, se concentre dans le dôme, où elle conserve évidemment toute sa chaleur et, par conséquent, toute sa puissance d'expansion.

Cette force d'expansion reste la même pendant le passage de la vapeur dans le canal I et son travail dans le cylindre H, puisque celui-ci, comme le canal, reste naturellement soumis à la même température que la chambre D dans laquelle ils sont renfermés. Il doit conséquemment résulter de cette complète utilisation de la chaleur une notable économie de combustible.

Pour admettre la vapeur dans le cylindre, il suffit de tourner la manette L de la valve *l*, de manière à ouvrir l'*orifice d'émission* représenté fermé (fig. 5 et 6). Le régulateur, mis ainsi immédiatement en marche, fait fonctionner le papillon *m* de l'*orifice d'admission*, qu'il ouvre au degré convenable, ce qui permet l'introduction de la vapeur dans la boîte de distribution I'. De là, la vapeur entre dans le cylindre, alternativement à gauche et à droite par les canaux *b* et *b'* (fig. 7) pour agir de chaque côté du piston et sortir ensuite par l'orifice *c'*. Cet orifice est en communication par le tuyau J' avec l'intérieur de la cheminée dans laquelle s'effectue l'échappement de la vapeur.

Transmission de mouvement. — L'arbre coudé M, qui reçoit le mouvement alternatif de va-et-vient du piston pour le transmettre en mouvement circulaire continu, est muni, à cet effet, d'un volant V et d'une poulie P'; il est monté dans deux paliers en fonte N qui sont simplement percés d'un trou central surmonté d'un godet à huile. Un coussinet de bronze en deux pièces, dont les points de réunion sont placés à 45°, et dont l'une est serrée par une vis de pression *n*, est engagé dans cette ouverture et reçoit les tourillons de l'arbre.

Une plaque en fonte de fer O est fixée sur la chaudière; elle est disposée pour recevoir les deux paliers N et le support O' du régulateur. A ce support est fixée l'une des extrémités des deux guides horizontaux Q, fondus avec le couvercle H^2, tandis que l'autre extrémité est boulonnée à la chambre de prise de vapeur; de cette manière le cylindre à vapeur se trouve réuni avec les paliers de l'arbre de couche, et l'ensemble de la transmission de mouvement présente une grande solidité.

Entre les deux guides Q se meut la glissière *o*, à laquelle sont réunies la tige *p* du piston et la bielle R. Cette bielle est à fourche, comme l'indique le plan fig. 2, de façon à laisser entre ses deux bras la place de la glissière, sa tête *r* est assemblée sur le coude de l'arbre principal M, au moyen d'un coussinet en bronze, d'une bride en fer et d'une clavette rappelée par un écrou.

L'arbre M est en outre muni d'un excentrique circulaire *q*, dont le collier est attaché à une tige *t'*, qui est fixée à un cadre entourant le tiroir de distribution de vapeur *t* (fig. 7).

Pompe alimentaire. — Le corps de la pompe alimentaire S, est fondu avec deux oreilles qui servent à le fixer sur la plaque en fonte O; il est réuni par une bride *s* à la boîte à clapets S', muni des deux robinets *u* et *u'*. Le premier met en communication le clapet avec le tuyau d'aspiration U, et le second permet d'établir à volonté le passage de l'eau de cette boîte dans la chaudière par le tuyau de refoulement U'.

Le mouvement est donné au piston de la pompe au moyen d'un bouton de manivelle fixé à l'extrémité de l'arbre M. A cet effet, la tige du piston est forgée avec un petit cadre *v* (fig. 1re), dans lequel se meut horizontalement le coussinet qui entoure le bouton de la manivelle *v'*, de cette

façon la tige et le piston se meuvent bien verticalement, malgré les mouvements angulaires de la manivelle.

RÉGULATEUR A BOULES. — L'arbre X du régulateur est placé au centre de son support O', la douille x, mobile sur cet axe au moyen des boules qui la font monter et descendre, suivant qu'elles s'écartent ou se rapprochent, est réunie à la branche horizontale d'une équerre X', qui a son centre d'oscillation sur un petit support q', fondu avec les glissières. La branche verticale de cette équerre est reliée à une tringle X', dont l'extrémité opposée vient s'attacher au petit levier m^2, monté sur l'axe du papillon m (fig. 5 et 6). Comme c'est la position de ce papillon dans le conduit I qui règle l'introduction de la vapeur dans le cylindre, on voit donc que le régulateur peut modifier mécaniquement cette position, suivant les vitesses variables qui lui sont imprimées par l'arbre moteur.

A cet effet, sur cet arbre est fixée une petite poulie Y qui, par l'intermédiaire d'une courroie y, en commande une autre y', clavetée sur un petit arbre horizontal monté dans le support O'. Cet arbre est, en outre, muni d'une roue d'angle, qui engrène avec une roue semblable fixée à l'extrémité de l'arbre vertical X, de sorte que cet arbre, sur lequel les branches articulées du régulateur sont montées, tourne avec des vitesses correspondantes à celles de l'arbre moteur, et qu'il peut, par conséquent, transmettre à la valve le résultat de ces variations.

La force de la machine que nous venons de décrire est de quatre chevaux effectifs. Ses principales dimensions sont :

Diamètre du cylindre à vapeur		0m150
Course du piston		0m280
Orifices d'admission	1c4 × 6c =	8c.q.4
Orifices d'émission	2c0 × 6c =	12c.q.
Nombre de tours par minute		130
Capacité de la chaudière		425d.q.
Surface de chauffe		6m.q.
Diamètre des tubes		0m060
Longueur »		1m600

Le poids total d'une machine complète de quatre chevaux est de 15 à 1,600 kil.

PRIX DES MACHINES DE DIFFÉRENTES FORCES.

Machine locomobile de 2 chevaux	2,800 fr.
» » de 3 »	3,400
» » de 4 »	4,300
» » de 6 »	6,000
» » de 8 »	7,800
» » de 10 »	9,000
» » de 12 »	10,000

NOTE

SUR LA DÉTENTE PAR RECOUVREMENT

A propos des locomobiles, auxquelles on applique souvent ainsi qu'aux machines à grandes vitesses et de faible puissance une détente par recouvrement, nous croyons utile de dire qu'en publiant dans le IXe volume de ce Recueil (page 466, planche 35), une méthode graphique servant à déterminer les proportions d'un tiroir opérant une détente par recouvrement, il a été fait une légère omission que nous tenons à réparer, en ajoutant aussi quelques réflexions sur ce sujet.

La méthode en question, ainsi qu'on l'a vu, a pour but de déterminer deux points principaux, savoir :

1° Largeur de la bande du tiroir mise en rapport avec le degré de détente demandé et la largeur de l'orifice d'introduction, laquelle se détermine *à priori* et d'après la section du cylindre à vapeur ;

2° Course du tiroir ou rayon de l'excentrique.

Or, l'orifice n'ayant que cette largeur ainsi fixée d'avance, voici ce qui se produit :

Au moment de l'introduction de la vapeur dans le cylindre, par l'un des deux orifices, lorsque le tiroir le découvre seulement de son avance, que nous supposons être d'un millimètre, pour l'instant, il découvre en même temps l'orifice de sortie du double de cette quantité, c'est-à-dire deux millimètres. Au moment où la détente doit se produire le tiroir est nécessairement revenu à cette position dans son mouvement de retour. Par conséquent, lorsqu'il aura exactement fermé l'orifice par lequel s'introduisait la vapeur, en avançant encore d'un millimètre, il ne s'en faudra aussi que d'un millimètre que la sortie soit complétement fermée. Il en résulte que pendant tout le temps que va s'opérer la détente, soit le dernier quart de la course du piston, la sortie de la vapeur sera interrompue ; il y aura de la *compression,* créant une résistance très-nuisible à la marche du piston, et faisant plus que d'annuler l'effet économique de la détente.

Pour obvier en partie à cet inconvénient, qui semble de prime abord inhérent à ce genre de détente, voici ce qu'il faut faire, et ce qui avait précisément été oublié en publiant la relation de la méthode graphique de M. Valet.

Au lieu de donner seulement aux orifices d'introduction la largeur qui leur est attribuée, d'après le rapport de leur surface avec celle du piston,

largeur d'après laquelle le tracé graphique s'effectue, on augmente cette largeur d'une certaine quantité, mais aux dépens de l'intervalle qui sépare cet orifice de celui du milieu par lequel la sortie s'opère; ce qui revient à dire, en résumé, que le tiroir parvenu à l'extrémité de sa course ne découvre pas complétement l'orifice, mais que la quantité dont il le découvre est toujours la largeur qui a servi de base dans le tracé géométrique; d'où ce dernier n'éprouve en définitive aucune modification.

Cette augmentation de largeur, donnée intérieurement aux orifices d'introduction, a pour effet de maintenir l'échappement de la vapeur pendant une partie du temps que dure la détente, et de retarder celui de la compression. Mais cet inconvénient principal en partie atténué un autre se présente : c'est que l'avance à l'échappement est très-grande, et telle que la vapeur qui se détend commence elle-même nécessairement à s'échapper avant qu'elle n'ait accompli sa tâche, c'est-à-dire avant que le piston n'ait achevé sa course.

Pourtant il faut se résigner à accepter cette dernière situation, plutôt que de conserver la compression durant tout le temps de la détente, compression qui peut avoir les plus graves inconvénients avec les machines sans condensation, et dont le piston est mis en rapport avec la pression atmosphérique pendant l'échappement de la vapeur. En effet, quelque peu que dure la compression, on ne pourrait guère concevoir que la machine pût marcher si le tiroir n'avait pas la faculté de se soulever légèrement, et donner une issue forcée au fluide renfermé dans le cylindre.

Nous ne croyons pas avancer une opinion sans fondement en disant que l'on peut conclure des précédentes remarques, que les avantages présentés par une détente par recouvrement *sont nuls* ou à peu près; et que, lorsque la vitesse d'une machine est trop considérable pour espérer qu'une détente analogue à celle Farcot fonctionne bien, autant vaut n'en pas supposer du tout, mais conserver seulement un léger recouvrement au tiroir et une avance à l'introduction, conditions indispensables pour les machines à grande vitesse.

Nous avons montré autre part (vol. 3, pl. 10) des tracés de tiroirs appliqués aux locomotives, et disposés pour opérer une détente par recouvrement. Ces tracés font bien voir l'augmentation de largeur donnée aux orifices d'entrée en vue de diminuer la compression.

MACHINES-OUTILS

MACHINE DOUBLE

A POINÇONNER ET A DÉCOUPER LA TOLE

PAR

MM. LE GAVRIAN ET FILS

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS A MOULINS-LILLE (NORD)

(PLANCHE 12)

Nous avons déjà publié dans ce Recueil plusieurs appareils exécutés par M. Le Gavrian, de Lille, et en particulier sa belle machine à trois cylindres à détente et à condensation, dont on a pu remarquer les dispositions nouvelles et la bonne exécution à l'Exposition universelle de 1855, ce qui lui a valu une médaille de 1re classe.

Cette maison ne s'occupe pas seulement de la construction des machines à vapeur, des appareils pour l'industrie sucrière et pour les distilleries, mais encore elle est organisée, depuis quelques années, pour construire des machines-outils de tous genres et de toutes dimensions, tels que des tours simples, des tours à chariot et à banc rompu, des tours pour roues de wagons; des machines à raboter à table mobile et à table fixe avec outil à retour rapide; des machines à mortaiser, à parer et à percer; des alésoirs horizontaux et autres; enfin des machines à poinçonner et à découper la tôle, d'une disposition simple, offrant à la fois une grande solidité et en même temps une grande commodité dans le service.

M. Le Gavrian fils a eu l'obligeance de nous communiquer les dessins de ces outils que l'on voit aujourd'hui fonctionner dans différents ateliers de la marine et de chemins de fer, ainsi que dans plusieurs établissements industriels.

La machine à découper et à poinçonner que nous avons choisie dans cette collection intéressante est surtout utile dans les ateliers de chaudronnerie; elle se distingue par le double travail qu'elle peut faire à la

fois dans un espace très-restreint, par la combinaison de son mécanisme et par la simplicité de sa construction.

On remarque, en effet, que par les mêmes mouvements elle peut, d'un côté, découper des feuilles de tôle plus ou moins épaisses et sur une certaine étendue, et, de l'autre, percer ou poinçonner dans le même temps des plaques de fer ou des tôles, et cela par le même arbre qui est simplement excentré d'une petite quantité à ses deux extrémités.

Elle fait ainsi l'office de deux machines distinctes qui auraient leur bâti et leur mouvement particuliers, et qui par suite reviendraient évidemment à un prix beaucoup plus élevé, tout en occupant un emplacement bien plus considérable, considération à laquelle on doit avoir égard dans un établissement où l'on est limité pour la superficie du terrain comme pour le capital de roulement, et où l'on ne recherche pas moins la bonne confection et la régularité du travail; toutes conditions réalisées par la machine représentée planche 12, comme on pourra, nous l'espérons, s'en convaincre à l'examen des figures et de la description détaillée que nous allons en donner.

DESCRIPTION DE L'APPAREIL DOUBLE REPRÉSENTÉ SUR LES FIG. 1 A 10, PL. 12.

La fig. 1er représente en projection verticale, vue extérieurement, la machine toute montée et prête à fonctionner.

La fig. 2 en est une coupe longitudinale faite par l'axe, suivant la ligne 1-2 de la fig. 3.

La fig. 3 est une vue latérale complète de la machine du côté de l'appareil à poinçonner.

La fig. 4 est une seconde projection latérale, mais incomplète, et vue du côté opposé, c'est-à-dire du côté de la cisaille ou appareil à couper la tôle.

La fig. 5 est un plan horizontal vu en dessus, l'arbre, les poulies et les roues de transmissions supposés enlevés.

La fig. 6 est une section horizontale faite à la hauteur des lignes brisées 3-4, 5-6. Ces diverses figures sont dessinées à l'échelle de 1/15e ou de 67 millimètres pour mille.

Les fig. 7 et 8 indiquent en détails, sur une plus grande échelle, la disposition du mécanisme à l'aide duquel on fait communiquer ou on interrompt à volonté le mouvement de l'appareil à poinçonner.

La fig. 9 fait voir en plan la crapaudine de l'arbre vertical de transmissions.

La fig. 10 est une section du bâti à nervures, faite suivant la ligne 7-8 de la fig. 1er.

Du BATI ET DE LA COMMANDE. — Le bâti de cette machine est fondu d'une seule pièce avec une plaque rectangulaire qui lui sert d'embase et avec deux espèces de bras A et A', auxquels sont ajustés, à l'un le porte-

poinçon, à l'autre le petit couteau mobile de la cisaille. Un renflement *a*, creux intérieurement pour recevoir l'arbre à double manivelle ou excentrique B, règne sur toute la longueur comprise entre les deux extrémités des bras, et un évidement à jours est ménagé au milieu, pour le passage de la grande roue d'angle R et de son pignon de commande R'. Le dessous de la plaque d'assise A^2 est allégi par les deux évidements elliptiques *a'*; cette plaque est munie de six renflements a^2 percés d'outre en outre pour laisser passer les boulons de scellement qui doivent retenir la machine solidement fixée sur le massif en maçonnerie destiné à la recevoir.

Deux petits bras en fonte C, placés perpendiculairement à ceux A et A' fondus avec le bâti, sont fixés sur celui-ci au moyen de quatre boulons *c*. Ces bras, terminés par des paliers garnis de coussinets en bronze, supportent l'arbre horizontal D qui reçoit le mouvement du moteur pour le transmettre ensemble ou séparément, à volonté, aux deux outils travailleurs. A cet effet, cet arbre porte à ses extrémités en dehors des paliers, d'un côté, des poulies fixes et folles P et P', et du côté opposé le volant V destiné à régulariser le mouvement.

Le pignon d'angle D' est fixé également sur l'arbre D, mais entre les deux supports, il engrène avec une roue E ajustée à la partie supérieure du petit arbre vertical *d*, à la partie inférieure duquel le pignon R' est calé.

Ce petit arbre *d* tourne dans un collet alésé au centre d'un renflement venu de fonte avec le bâti, et il est supporté sur une barrette d'acier logée dans l'intérieur de la crapaudine *e* (fig. 1, 2 et 9).

Le pignon R' engrène avec la grande roue R, clavetée sur l'arbre à manivelles B qui tourne dans deux bagues en acier *d* (fig. 2), ajustées à chaque extrémité des bras A et A', dans l'ouverture circulaire ménagée sur toute la longueur du renflement *a* du bâti.

Sur le haut de celui-ci est encore fixé, au moyen de deux boulons à écrous, un autre bras F, à l'extrémité duquel est montée sur un pivot *f* la fourchette d'embrayage F'.

Cette fourchette, dans laquelle passe la courroie venant de la poulie motrice placée sur l'arbre de couche de l'usine, sert, comme on sait, à déplacer cette courroie, de façon à la faire passer de la poulie fixe sur la poulie folle et vice versâ, afin d'interrompre ou transmettre les mouvements à volonté.

Pour maintenir cette fourchette de manière à ce qu'elle oblige la courroie à rester dans l'une ou l'autre de ces deux positions, un ressort *r* est fixé par l'une de ses extrémités sur le bras F, tandis que vers son autre extrémité sont deux encoches dans lesquelles vient se placer alternativement un goujon *f'*, fixé au levier de la fourchette, suivant que l'on incline ce levier à droite ou à gauche.

Vitesse des organes. — Il résulte de la disposition de la commande que le mouvement alternatif de va-et-vient qui est transmis au poinçon et à la cisaille peut-être extrêmement lent, et malgré cela, pour obtenir une

marche régulière, on peut communiquer une vitesse de rotation assez grande à la poulie motrice P.

Ainsi, par le rapport des engrenages, pour un tour de l'arbre à manivelles muni de la grande roue R de 65 dents, et qui a 0^m952 de diamètre primitif, l'arbre vertical d', au moyen de son pignon R', qui engrène avec cette roue, et qui n'a que 14 dents et 0^m205 de diamètre primitif fait

$$\frac{65}{14} = \frac{0^m952}{0^m205} = 4{,}64 \text{ tours},$$

soit, près de 4 tours 2/3.

Or, comme sur cet arbre est calée la roue d'angle E, de 59 dents et de 0^m601 de diamètre, et qu'elle engrène avec le pignon D', de 19 dents et de 0^m194 de diamètre, fixé sur l'arbre des poulies motrices, celui-ci fait donc, pour une révolution de l'arbre des excentriques :

$$\frac{0^m601}{0^m194} = \frac{59}{19} = 3^t105.$$

$$\text{D'où } 4{,}64 \times 3{,}105 = 14{,}5 \text{ tours.}$$

Par conséquent, si on admet que la vitesse des outils travailleurs, poinçon et cisailles, soit de 10 coups par minute au maximum pour la tôle mince, il faudra donner une vitesse de rotation d'environ 144 tours, dans le même temps, à la poulie motrice P.

De l'appareil a découper la tôle. — L'extrémité du bras A du bâti est fondue avec un renflement dans lequel une rainure verticale est pratiquée. Cette rainure présente d'un côté un plan incliné g (fig. 5), et de l'autre côté une surface plate qui reçoit une réglette en acier g'; cette réglette est taillée suivant le même angle que le plan incliné, de façon que le porte-lame mobile G, qui est formé d'une plaque de fer taillée à queue d'hironde, peut glisser bien verticalement entre ces deux guides. Des vis de pression h maintiennent serrée la réglette g' contre le porte-couteau, et permettent de compenser, au besoin, l'usure occasionnée par le mouvement répété de va-et-vient.

La plaque de fer G est percée au milieu d'une ouverture demi-circulaire h', qui se termine en forme de cône renversé arrondi à son sommet; dans la portion circulaire est engagée l'extrémité excentrée b, qui forme la manivelle de l'arbre principal B; dans la portion conique (fig. 4 et 7) est logée une pièce en acier i d'une forme analogue, mais plus étroite, et sur laquelle repose une bague en acier l, ajustée sur le bouton de manivelle b. Cette bague touche alors tangentiellement, en dessus, l'ouverture circulaire, et en dessous la pièce en acier i, qui est elle-même en contact et repose sur la partie arrondie qui termine le cône.

Il résulte de cette combinaison que le bouton de manivelle b peut se mouvoir librement dans l'ouverture h', qui laisse la place nécessaire à droite et à gauche, quand le mouvement de rotation continu de l'arbre

passer la manivelle dans la position perpendiculaire à la ligne verticale, et que la pièce intermédiaire *i*, qui a un petit mouvement d'oscillation sur son centre, diminue sensiblement le frottement qui aurait lieu naturellement si la bague *l* touchait haut et bas, directement sur l'épaisseur de la plaque G.

Cet ajustement de la manivelle avec la plaque du porte-lame, pour lui communiquer le mouvement alternatif ou de va-et-vient, est recouvert par une tablette rectangulaire en fonte H, fixée au moyen de vis sur les deux pleines du bras au milieu desquelles la rainure-guide est pratiquée.

La lame fixe *i'* de la cisaille est fixée par trois boulons sur l'espèce d'enclume I, venue de fonte avec le bâti; et la lame mobile *j*, qui est légèrement inclinée, comme l'indique la fig. 4, pour couper graduellement au fur et à mesure de sa descente la pièce en travail, est ajustée sur le porte-lame dans une entaille pratiquée dans son épaisseur, et retenue avec lui par trois boulons à têtes fraisées.

Un évidement J, pratiqué dans le bâti, et qui n'a pas moins de 32 centimètres, permet d'introduire la feuille de tôle, et offre la facilité de couper des bandes d'une largeur assez considérable, et naturellement d'une longueur indéterminée, puisque les deux côtés de gauche et de droite sont entièrement libres.

De l'appareil a poinçonner. — Comme le porte-lame de la cisaille, le porte-poinçon K se compose d'une plaque de métal percée en son milieu pour recevoir le bouton de la manivelle *b'*, forgée du côté opposé à celle *b*, à l'extrémité de l'arbre principal B. Le bras A' est également muni d'une rainure dans laquelle est logé et peut se mouvoir verticalement le porte-poinçon, recouvert d'une tablette en fonte H'.

De la manière dont la cisaille est disposée, quand la courroie est sur la poulie fixe, elle marche toujours; mais pour le poinçon, il n'en est pas de même. L'arbre à manivelles B peut toujours tourner, sans pour cela que le poinçon se meuve, si une feuille de tôle est en travail, et dans le cas contraire, ce poinçon est animé exactement comme la cisaille d'un mouvement continu de va-et-vient.

A cet effet, un petit mécanisme que l'ouvrier fait fonctionner à la main au moyen de l'un ou de l'autre des petits leviers ou manettes M est ajusté dans l'épaisseur du bras A.

Ce mécanisme est une espèce de coin en fer *k* (fig. 2, 7 et 8) forgé avec deux petites joues dentées comme des crémaillères. Ces crémaillères engrènent avec deux secteurs dentés *s* qui sont montés sur un même arbre *m'*, aux extrémités duquel sont calés les leviers des manettes M, de sorte qu'il suffit d'agir sur ces manettes pour faire mouvoir le coin *k* et le placer sous la pièce en fer *m*, comme l'indiquent les fig. 2 et 7, ou bien le retirer en arrière de façon à le loger dans une cavité *n* réservée pour le recevoir.

Une équerre *n'*, fixée par deux vis à la plaque K ou porte-poinçon, reçoit et guide ce coin quand on le déplace.

Pour faciliter ce déplacement et maintenir soulevé le porte-poinçon, des contre-poids *p* sont fixés à l'extrémité des leviers à manettes M.

Au moyen de cette disposition, quand on incline les manettes et les contre-poids, comme l'indique le tracé ponctué fig. 1, on retire le coin *k* en arrière dans la cavité *n*; alors les deux pièces intermédiaires *m'* et *i* n'étant plus soutenues peuvent glisser et descendre de l'épaisseur du coin dans le vide rectangulaire ménagé à la plaque du porte-poinçon; mais comme les contre-poids tiennent celui-ci soulevé, l'espace vide laissé par le coin permet à la manivelle *b'* de tourner sans faire fonctionner le poinçon *k'*, c'est-à-dire que sa course n'est plus la même : elle se trouve diminuée justement de l'épaisseur du coin.

Directement au-dessous du poinçon, sur l'enclume I', est fixée une pièce carrée en fer *o*, percée au centre d'une ouverture circulaire garnie d'une bague en acier d'une hauteur un peu plus considérable, et sur laquelle on place la feuille de tôle que l'on veut percer.

La pièce *o* est munie de trois vis de serrage *o'*, au moyen desquelles la bague est parfaitement centrée de façon à ce qu'elle se trouve bien au-dessous du poinçon *k'* et au-dessus du conduit *t*, où s'échappent les petits disques de métal refoulés et détachés par le poinçon.

La double équerre *x*, terminée en forme de fourche, empêche que la feuille de tôle en travail ne soit soulevée par le poinçon.

AVANTAGES DE LA MACHINE.

On a vu, par ce qui précède, que cette machine remplit un double travail, lequel peut se faire simultanément ou séparément à volonté :

D'un côté, elle permet de découper des tôles de fer ou de cuivre depuis 1 millimètre jusqu'à 10 millimètres d'épaisseur;

Et de l'autre, elle perce des trous dans des feuilles ou des plaques plus ou moins épaisses, depuis 5 à 6 millimètres de diamètre jusqu'à 15, 16, et même 18 à 20 millimètres.

Elle fait donc ainsi l'office de deux machines distinctes, c'est-à-dire d'un découpoir à lames d'acier et d'un outil à percer ou à poinçonner.

Ces deux machines séparées occuperaient chacune presque la même superficie que l'appareil double, et exigeraient à peu près un bâti aussi fort et des mouvements analogues, par conséquent leur poids total, pour des travaux semblables et pour les mêmes forces, serait presque double, et par suite le prix lui-même serait également doublé.

Ainsi le poids de la machine double, toute montée et prête à fonctionner, est de 5,000 kilogrammes, et son prix de vente dans les ateliers du constructeur est de 4,200 francs.

Les deux appareils séparés pèseraient bien 8 à 9,000 kilogrammes, et coûteraient environ 7 à 8,000 francs. C'est donc une économie notable pour le fabricant, qui, en outre, pour le même nombre de machines, réduit notablement la surface de terrain nécessaire à leur emplacement.

NOTES

RELATIVES AU TRAÇAGE ET AU PERÇAGE DES FERS ET DES TOLES

Nous extrayons d'un ouvrage très-important de MM. L. Molinos et C. Pronnier sur la construction des ponts métalliques, les renseignements pratiques qui suivent sur le perçage des métaux, et qui trouvent naturellement place à la suite de la machine à poinçonner que nous venons de décrire.

« Du traçage. — Lorsque les matériaux sont dressés, on procède au traçage des trous et à leur perçage.

Le traçage se fait au moyen de gabarits et de cordeaux, ou de patrons en tôle mince de 1 à 2 millimètres d'épaisseur.

Pour les tôles de petites dimensions, telles que les couvre-joints, goussets, etc., on emploie un patron de la même dimension que la pièce.

Ce patron est percé de petits trous correspondant au centre de chaque rivet; on le fixe sur la tôle, et l'ouvrier donne un coup de pointeau dans chacun des petits trous et reporte ainsi tous les centres sur la tôle; il retire alors le patron, et avec un pointeau à trois pointes, comme celui indiqué fig. 11 de notre dessin, pl. 12, il marque les extrémités des deux diamètres, à peu près perpendiculaires; ces quatre points déterminent la circonférence.

Lorsque les tôles ont de grandes dimensions, on se borne à déterminer la ligne des centres des deux rangées longitudinales de trous, et la distance du premier trou à l'extrémité de la tôle.

La division des trous est faite ensuite par la machine à percer elle-même, comme nous l'indiquerons plus loin.

On procède au traçage de la manière suivante : on place deux gabarits G et G′ (fig. 12) aux extrémités de la tôle; leur largeur est celle de la tôle (dimensions finies), la longueur *c*, *d*, égale la distance des deux lignes des centres, et *a*, *h*, celle du premier trou à l'extrémité de la tôle.

A l'aide d'un cordeau que l'on fait passer par les quatre mires *i*, *j*, *k*, *l*, on met les axes des deux gabarits dans le même prolongement; on s'assure en même temps, en faisant passer le cordeau par les points *a*, *c*, qu'il n'y aura défaut de matière en aucun point de la longueur de la tôle, et lorsque la position des gabarits est reconnue satisfaisante, on trace les angles *c*, *d*, *g*, puis on marque en ces points un trou avec le pointeau, comme nous l'avons indiqué plus haut.

Quant aux fers spéciaux, on se borne à tracer, au moyen d'un gabarit; deux ou trois trous à l'une des extrémités du fer; la position des autres est déterminée par la machine à poinçonner, comme pour la tôle.

Quand les trous sont ainsi tracés, on procède au perçage des tôles et des fers.

Du perçage. — Cette opération, pour les constructions d'une certaine importance, se fait aujourd'hui presque exclusivement au moyen de machines à poinçonner; on ne fore les trous qu'accidentellement pour des pièces que leurs formes ou leur

importance ne permettent pas de soumettre à la machine à poinçonner, ou bien encore, quand elles ont subi un travail de forge altérant leur résistance.

La machine la plus employée est la machine à excentrique, construite sur le même principe que celle que nous donnons pl. 12; seulement elle est indépendante de la cisaille, les dimensions sont plus considérables et la disposition de la commande est modifiée; un embrayage permet toujours d'interrompre à volonté le jeu du porte-poinçon, indépendamment de l'arbre qui reçoit la puissance motrice.

Lorsque la division des trous ne doit pas être faite par la machine elle-même, et qu'ils sont préalablement tracés, des hommes de peine apportent la tôle sous la machine à poinçonner, placent, après quelques tâtonnements, le centre du trou à percer sous le poinçon, et lorsque l'ouvrier poinçonneur juge qu'il est exactement en place, il commande l'embrayage, et le poinçon traverse la tôle.

Une disposition employée très-généralement, et qui permet d'obtenir une grande exactitude dans ce mode de perçage, consiste à donner au poinçon un mouvement alternatif continu, de telle sorte qu'il ne fasse qu'appuyer sur la tôle dans sa descente et ne la traverse que quand on embraie.

Le mode de perçage que nous venons de décrire ne s'emploie, dans les constructions importantes, que pour les pièces de faibles dimensions. Nous avons dit plus haut que les trous des tôles et des fers de grandes dimensions étaient divisés et percés simultanément. Plusieurs dispositions permettent d'arriver à ce résultat; elles peuvent être même considérablement modifiées dans leur application, mais le principe sera toujours le même.

Chariot diviseur. — Si l'on suppose qu'une tôle soit fixée sur un chariot avec la moitié de sa largeur en porte-à-faux, et que le chariot puisse prendre un mouvement de translation, de telle sorte que le centre du poinçon se trouve toujours sur la ligne des centres des trous à poinçonner, on concevra sans peine que, s'il s'agit de percer une rangée de trous sur cette ligne, il suffira de donner au chariot un mouvement intermittent réglé, soit par une crémaillère, dont le pas serait exactement égal à la distance des trous, soit par tout autre moyen de division.

En fixant alors cette tôle sous la machine à poinçonner, le chariot avance d'un cran dans l'intervalle pendant lequel le poinçon a abandonné la tôle; on voit qu'un trou se trouve percé avec une grande rapidité et une exactitude qu'on peut rendre rigoureuse, en apportant quelque soin à la construction de l'appareil.

Les rangées de trous dans le sens de la largeur de la tôle, n'exigeant qu'un faible déplacement du poinçon, pourront être percés en donnant au poinçon lui-même un mouvement de translation en le réglant, comme celui du chariot, par l'application du même principe; la combinaison des mouvements du chariot et du poinçon permettra, en outre, de percer une rangée de trous servant telle loi qu'on se sera imposée.

L'exemple que nous prenons d'un chariot mobile pour le perçage de rangées longitudinales de trous n'a rien d'absolu, et ce n'est probablement pas la meilleure disposition; celle dans laquelle la machine à poinçonner serait mobile dans les deux sens perpendiculaires, et opérerait sur une tôle fixe, présenterait l'avantage d'occuper moins de place, permettrait l'emploi de moyens mécaniques très-simples pour la manœuvre des tôles, et apporterait sans doute plus de précision dans le perçage.

Considérations générales. — Le résultat qu'il importe le plus d'obtenir dans le perçage est une exactitude parfaite dans la distance des trous et leur disposition rectiligne; lorsque cette condition n'est pas remplie, le montage présente de

grandes difficultés. On ne doit pas tolérer pour deux trous superposés une excentricité dépassant $\frac{1}{30}$ de leur diamètre; au delà, il est indispensable de remédier à la mauvaise installation de l'appareil de perçage.

Nous avons vu dans les ateliers de MM. Gouin et Cᵉ, des paquets de 150 à 200 tôles superposées, dont les trous, percés avec leurs appareils, coïncidaient tous parfaitement dans toute la hauteur du paquet; ce perçage était cependant fait d'une manière courante.

Les trous doivent encore être cylindriques, autant que possible, et sans bavures; on atteint ce résultat par un bon entretien du poinçon et de la matrice, en laissant peu de jeu entre les poinçons et la matrice (1/2 mill. à 1 mill. au plus suivant l'épaisseur de la tôle); enfin en prenant le soin de faire reposer exactement la tôle sur la matrice lors du perçage.

L'extrémité du poinçon doit être bien plane et recouverte de stries pour empêcher le glissement de la tôle.

Le trou de la matrice doit, en outre, être conique, afin de faciliter le dégagement de la débouchure.

Un poinçon de 22 millim., par exemple, convenablement trempé et une matrice de même diamètre peuvent percer environ 5,000 trous sans réparation.

Le perçage des cornières et des fers spéciaux présente quelques particularités sur lesquelles nous nous arrêterons : lorsqu'on perce un trou dans une cornière, au moyen de la machine à poinçonner, il se fait dans l'épaisseur du métal un refoulement qui a pour résultat d'allonger la barre et de la contourner, ce qui oblige à la redresser ensuite; or, ce redressage dérange toujours les trous en produisant sur la barre un retrait qui est d'environ la moitié de l'allongement produit par le poinçonnage.

Il résulte d'expériences faites lors de la construction du pont de Langon que cet allongement définitif est de

$$3/4 \text{ de millim. par mètre sur des cornières de } \frac{80 \times 80}{10}$$

et qu'il est à peu près constant.

On devra donc tenir compte de cet allongement dans la division des crémaillères, dont la construction exige, comme on voit, une grande connaissance pratique du perçage.

Lorsqu'on doit percer des fers à T ou généralement des fers de formes symétriques par rapport à une nervure, on peut atténuer le contournement du fer en perçant à la fois deux rangées de trous situés de chaque côté de la nervure.

On emploie à cet effet un double poinçon; il est préférable alors de placer les trous de ces deux rangées en regard, de manière que la ligne d'axe des poinçons soit perpendiculaire à la nervure.

Un moyen employé avec le plus grand succès pour le perçage des fers des ponts d'Asnières et de Langon, consiste dans l'application d'un guide, immédiatement au-dessus de la matrice. Ce guide est composé de deux pièces au milieu desquelles glisse la cornière ou le fer à T à percer. Ces deux pièces sont montées sur des vis de réglage qui permettent de déterminer exactement leur écartement, et l'une d'elles est terminée par un galet qui aide le mouvement de déplacement de la pièce en travail.

Cette application permet de percer les trous à une distance rigoureuse de l'axe

indépendamment de la courbure que le fer pourrait avoir et des mouvements latéraux du chariot diviseur.

Une machine à poinçonner de moyenne force peut percer environ 16 trous par minute, en travail continu ; mais le travail effectif dépend beaucoup des dimensions de la tôle et du nombre de trous à percer dans la même feuille.

Ainsi, une feuille de 2m75 portant 76 trous exigeait 30 minutes, ce qui fait seulement 2 trous 1/2 par minute; le temps pour fixer la tôle était de 12 minutes. On compte en moyenne sur 2,000 trous par journée de 10 heures, en opérant sur un grand nombre de feuilles à peu près identiques.

Le travail est exécuté, pour les grandes tôles, par un poinçonneur et deux aides, et pour les fers par un poinçonneur et un aide. »



BATIMENTS D'USINE

A SIMPLE REZ-DE-CHAUSSÉE, SANS ÉTAGE AU-DESSUS

On construit beaucoup, aujourd'hui, de grands établissements industriels, tels que des filatures, des fabriques de tissage mécanique et autres, avec un simple rez-de-chaussée, sans aucun étage au-dessus, de manière à placer sur le sol, et de plain-pied, toutes les machines, tous les métiers qui doivent fonctionner dans la même usine.

Cette disposition, qui exige une surface de terrain beaucoup plus considérable, pour la même importance de fabrique, que celle des bâtiments à plusieurs étages que l'on avait généralement l'habitude d'adopter, présente des avantages très-notables que les manufacturiers ont compris, et pour lesquels ils lui donnent la préférence.

Ainsi, avec toutes les machines au rez-de-chaussée, on diminue extrêmement les chances d'incendie, et même on les évite à peu près complétement dans le plus grand nombre de cas, par suite la prime d'assurance peut être réduite dans une très-grande proportion ; on rend aussi la surveillance bien plus facile, et on réalise une économie réelle sur le personnel ; on empêche, en outre, bien des pertes de temps et des pertes de force en supprimant les montées et les descentes continuelles des ouvriers et des marchandises.

On a de plus l'avantage de simplifier notablement les transmissions de mouvement en les rendant en même temps beaucoup plus solides, parce qu'elles peuvent s'établir au-dessous du sol.

C'est ainsi que l'on vient de former à Birmingham un établissement considérable pour la fabrication des vis à bois, avec le système de machines *Sloan*, que nous avons décrites récemment dans le xe volume de ce Recueil.

GRUE A VAPEUR

A PIVOT TOURNANT

CONSTRUITE

Par la Compagnie des Établissements CAVÉ

SOUS LA DIRECTION ET SUR LES PLANS

De **M. LEBRUN**, ingénieur

(PLANCHE 13)

La grue représentée sur la pl. 13 se distingue par deux applications intéressantes :

La première est due à M. Cavé, c'est l'application des bras en tôle substitués aux bras en bois employés exclusivement par lui jusqu'ici, et généralement par tous les constructeurs qui ont voulu remplacer les grues entièrement en fonte, n'offrant pas de sécurité, par un système mixte. On sait, en effet, que les grues en fonte, surtout celles de grandes dimensions et à grande portée, ne comportent que fort peu de flexibilité par suite de la nature même du métal, et que pourtant elles sont souvent appelées à recevoir des chocs violents sur le bout de la volée ; de là, des ruptures et des accidents de toutes sortes qui ont fait adopter presque exclusivement les grues mixtes en fonte et en bois, en ayant soin de ne soumettre leurs parties en fonte qu'à des efforts de compression, et le moins possible à des flexions ou à des efforts de traction. Nous avons publié dans le 1er volume de ce Recueil une grue de M. Cavé, construite sur ce principe.

Toutefois, il ne faut pas oublier que le bois, étant susceptible de se dessécher, de se tourmenter, de diminuer de volume et enfin de s'altérer à l'humidité, ne conserve pas dans ses emboîtements ou armatures en fonte le contact complet qui constitue les meilleurs ajustements ; que les pièces en bois, ayant d'ailleurs une élasticité fort différente de celle des pièces en métal, il est bien difficile de faire travailler toujours dans un parfait accord ces éléments hétérogènes.

Ce sont, sans doute, ces considérations qui ont décidé plusieurs construc-

teurs à adopter la tôle en remplacement du bois. Nous citerons en première ligne M. Durenne père, ancien constructeur de chaudronnerie à Paris, qui, dès 1836, avait eu l'idée de construire une grue en tôle pour le service de ses ateliers; plus tard, en 1842, MM. Mazeline frères, du Havre, établirent sur le port de cette ville, pour le service des bâtiments de l'État et des navires du commerce, la grande machine à mâter représentée sur la pl. 3 du VIe vol. de ce Recueil. Cette machine, qui peut être considérée comme une grue de grande dimension et à longue portée pour élever des charges énormes, est composée principalement de deux colonnes ou bigues formées d'une suite de tambours cylindriques en tôle de fer, de 70 centim. de diamètre, et réunis au moyen de cercles en fer.

M. Lemaître, ingénieur constructeur à Paris, dont nous avons publié un grand nombre de travaux intéressants, établit en 1846, également sur le port du Havre, une grande grue double en tôle qui, on doit se le rappeler, a fait, à cette époque, l'admiration de tous les hommes compétents dans les arts mécaniques.

Si malgré ces applications et d'autres encore, la tôle n'a pas été adoptée d'une manière générale, c'est un peu, nous le pensons, d'une part à cause des difficultés d'exécution que présentent certaines parties, et d'un autre côté, parce qu'on n'était pas arrivé, sans complication, à combiner la fonte avec la tôle d'une façon à la fois simple, élégante, facile, et surtout économique. Ce sont justement ces avantages que présente la nouvelle disposition appliquée par M. Cavé.

Sans presque rien changer au corps proprement dit de son système de grue, qui se compose toujours d'une forte colonne en fonte munie du treuil, et mobile sur un pivot inférieur, tandis que la partie supérieure est maintenue par un système de double galet, M. Cavé a remplacé le bras en chêne avec sa jambe de force également en bois, par une sorte de poutrelle en tôle reliée par des tirants en fer entretoisés. Cette poutrelle se compose de feuilles de tôle cintrées, formant deux demi-cylindres qui présentent des rebords méplats réunis par des rivets sur toute la hauteur; cette réunion des deux feuilles de tôle forme deux espèces de nervures qui donnent une force de résistance considérable à la poutrelle, parce que ces nervures sont placées de champ, de façon que l'effort du poids suspendu à l'extrémité de la grue a lieu suivant la hauteur de la tôle.

La seconde application est de M. Lebrun, ingénieur de la compagnie des établissements Cavé, qui a eu l'obligeance de nous donner tous les renseignements nécessaires sur la construction, les résultats pratiques et les particularités distinctives de l'ensemble et des détails de cette nouvelle grue.

La disposition imaginée par M. Lebrun n'est pas positivement l'application d'un cylindre à vapeur mobile avec la grue, mais c'est une combinaison qui rend cette application facile et commode, en offrant toutes les garanties de solidité, d'élégance et de bonne construction.

Cette combinaison a pour but de faire arriver la vapeur provenant d'un

générateur fixe, dans le cylindre mobile, tournant avec le corps même de la grue.

En effet, comme la chaudière est indépendante et peut être placée à une distance quelconque de l'appareil, et que le cylindre au contraire se déplace et tourne avec lui sur son pivot, il s'ensuit que le tuyau d'arrivée de vapeur, qui ne peut suivre ce mouvement et qui pourtant doit établir la communication entre la chaudière et la grue, doit être assemblé avec cette dernière, de façon à ne pas empêcher son mouvement et à permettre l'introduction constante de la vapeur, quelle que soit d'ailleurs la position du bras auquel est suspendu le fardeau.

M. Lebrun a résolu ce problème d'une manière très-heureuse, en faisant communiquer le tuyau de vapeur avec une sorte de *manchon fixe* d'une faible hauteur qui entoure l'arbre creux de la grue. Ce manchon présente intérieurement une capacité annulaire dans laquelle se rend la vapeur. Cette capacité est mise en communication avec un canal fondu avec l'arbre creux, de sorte que, quelle que soit la position de cet arbre, l'orifice d'entrée du canal est toujours en communication avec la capacité annulaire du manchon dans lequelle il tourne, tandis que son orifice de sortie, qui est muni d'un tuyau correspondant avec la boîte de distribution, peut constamment fournir au cylindre la vapeur nécessaire au mouvement de va-et-vient du piston.

Avant de décrire plus complétement la disposition imaginée par M. Lebrun, nous croyons utile, pour en mieux faire ressortir l'originalité, de montrer les moyens employés par d'autres constructeurs pour atteindre le même but.

L'application aux grues d'un moteur plus puissant que la force humaine, la plus généralement employée, n'est pas nouvelle, comme on sait; nous citerons pour mémoire les grues hydrostatiques de M. Armstrong, celles de M. Hagues en Angleterre et de M. Claparède en France. Ces dernières sont actionnées par la pression atmosphérique qui agit sur un piston renfermé dans un cylindre, tandis qu'à l'aide d'une pompe pneumatique, mue par une machine à vapeur, on fait le vide au-dessous du piston. On peut voir à ce sujet le dessin et la description que nous en avons donnés dans *le Génie industriel*, xe volume, page 331.

M. Voruz aîné, de Nantes, avait envoyé en 1855, à l'Exposition universelle, une grande grue que l'on pouvait manœuvrer soit à bras soit par une presse hydraulique. Dans cette grue, une petite machine à vapeur dite *petit cheval*, fait marcher directement une pompe dont la tige est dans le prolongement même de celle du piston de la machine, et c'est cette pompe qui, injectant de l'eau dans le cylindre principal, forme le corps de la grue, soulève le piston de ce corps de pompe, et, avec lui, une large crémaillère qui agit directement sur l'un des rouages de la grue.

Comme nous ne voulons nous occuper ici que de l'application directe de la vapeur, nous nous contenterons de signaler les quelques disposi-

tions qui, à notre connaissance, ont été sanctionnées par l'expérience.

La seule difficulté pour faire mouvoir une grue par un moteur purement mécanique consiste seulement, comme nous l'avons dit, en ce qu'on est dans l'obligation de la faire pivoter sur son axe; aussi la première idée a-t-elle été de monter la machine à vapeur avec son générateur sur une sorte de plateau, mobile avec la grue.

Nous retrouvons un appareil de ce genre breveté en faveur de M. Crépit, de Châlons-sur-Saône, en date du 22 juin 1847.

Générateur et moteur mobiles avec l'appareil. — Cette grue est entièrement en bois; le pivot est placé à la partie supérieure d'une forte charpente verticale, solidement assujétie par des jambes de force. Le bras auquel le fardeau est suspendu est un peu incliné par rapport à l'horizontal; il repose vers son milieu sur le pivot, de sorte que le bras est pour ainsi dire double; le côté le plus élevé est muni de la poulie de renvoi sur laquelle passe la corde ou la chaîne qui tient le poids à élever en suspension, tandis que le côté opposé est relié à des moises horizontales, placées à droite et à gauche au milieu de la hauteur de la charpente verticale, qui forme le centre et le point fixe de l'appareil.

C'est sur ces moises, consolidées par des tirants, reliées au bras en plusieurs points, que l'on fixe la chaudière et une petite machine à vapeur horizontale.

Cette machine, au moyen d'un cabestan à double engrenage, fait mouvoir le treuil autour duquel s'enroule le câble dès qu'il quitte la combinaison de deux poulies-moufles qui en augmentent l'effet.

En contre-bas de la machine, environ à 80 centimètres, est un plancher fixe qui sert à porter les hommes chargés de faire tourner la grue sur son pivot pour déposer, à droite ou à gauche, les fardeaux soulevés.

Cet appareil a été employé au chargement du gravier destiné pour la fourniture du balastre d'un chemin de fer.

La trémie en tôle, étant pleine, pèse 5,000 kilogr., elle est élevée à 7 mètres de hauteur dans l'espace de 90 secondes.

La machine à vapeur est de la force de 3 chevaux; elle marche à une pression moyenne de 4 atmosphères.

En fonctionnant 12 heures par jour, elle peut monter, à une hauteur moyenne de 7 mètres, 1,200,000 kilogrammes.

La dépense en combustible est d'environ 2 hectolitres de houille.

On comprend qu'une machine ainsi disposée peut très-bien fonctionner et rendre, dans certaines occasions, d'utiles services; mais aussi, combien d'inconvénients elle doit présenter, sous les rapports de la construction un peu compliquée, de l'installation, de la manœuvre, et surtout du grand emplacement qu'elle nécessite!

C'est pour éviter ces inconvénients que divers constructeurs ont cherché à séparer complétement le générateur à vapeur de la machine. Nous trouvons à cet effet dans les patentes anglaises, à la date du 26 juin 1849,

et dans *le Practical mechanic's Journal*, deux dispositions de M. Neilson.

Ces deux dispositions n'ont pas positivement d'analogie avec celle de M. Lebrun; pourtant on reconnaît le même problème résolu : les combinaisons seules sont différentes, comme on peut s'en convaincre à l'examen des fig. 14 à 17 de la planche 13.

Première disposition de M. Neilson. — La fig. 14 est une élévation de côté du mécanisme d'une petite grue mobile avec son moteur à vapeur.

La fig. 15 est un détail indiquant le mode de jonction du conduit de vapeur avec le cylindre moteur.

Cette jonction, comme on le voit sur cette dernière figure, est faite à la partie supérieure de la colonne ou bâti de fonte qui porte le treuil.

Le tuyau de vapeur *a*, venant de la chaudière, est placé sous le plancher, et passe, en faisant un coude, dans une ouverture pratiquée à l'extrémité supérieure du pied fixe A de la grue. Ce tuyau s'élève verticalement au centre du bâti mobile A′, et traverse, au sommet, une douille *b*, qui le maintient parfaitement dans l'axe. Un chapeau *c* recouvre ce guide; il est terminé par un presse-étoupe qui ferme hermétiquement le joint du tube *a* avec le coude *a*′, et n'empêche pas cependant l'articulation de ce coude et du tuyau a^2 avec lequel il est solidaire. C'est ce dernier qui conduit la vapeur directement dans la boîte de distribution du cylindre moteur C.

On voit donc qu'au moyen de cette disposition, le tuyau *a*, qui communique directement avec la chaudière, peut rester fixe, tandis que celui a^2 peut se mouvoir avec le corps A′ de la grue après lequel le cylindre à vapeur, venu de fonte avec un large patin, est boulonné.

Ce mode de réunion des deux tubes, l'un fixe et l'autre mobile au centre du mouvement, au moyen d'un presse-étoupe, n'est pas seulement une idée très-simple; ce n'est qu'une application aux grues, car on retrouve cette même disposition dans les cylindres chauffés des machines à papier, et de bien d'autres appareils analogues.

Le complément de cette application d'un moteur à vapeur à une grue dont la partie supérieure seule est mobile, n'offre rien de bien remarquable : la tige du piston est guidée par un œil saillant en dehors du bâti, et son extrémité fourchue est articulée au premier arbre coudé *d* muni de deux pignons fixés à chacune de ses extrémités. L'un peut engrener directement avec la grande roue R fixée sur l'axe du treuil T, et alors, dans ce cas, on obtient un mouvement très-prompt; quand, au contraire, on a besoin d'un mouvement plus lent, afin de pouvoir élever un poids plus considérable avec la même force, on dégrène le premier pignon, et on engrène le second *p* avec la roue intermédiaire *r*.

L'axe de cette dernière roue, prolongé de l'autre côté du bâti, engrène également avec la grande roue R, de sorte qu'on obtient un mouvement de rotation dans le même sens, mais ralenti dans un rapport de 1 à 7.

Le tiroir de distribution est mû par un excentrique fixé sur l'arbre à

manivelles; une poulie p', entourée d'un ressort que l'on peut actionner à l'aide du levier à manettes l, permet de régler la vitesse de descente du fardeau suspendu à la chaîne, ou l'arrêter à un point quelconque de son élévation.

Le bras B de cette grue est en bois; il est relié à sa partie inférieure au moyen d'une pièce en fonte b', attachée par un fort boulon à la base du bâti mobile A′, tandis que son extrémité supérieure, munie de la poulie de renvoi de la chaîne du treuil, est reliée avec la tête du même bâti par deux tirants t en fer rond entretoisé.

Deuxième disposition de M. Neilson. — La fig. 16 est une élévation de la partie inférieure d'une grue tournant sur le pivot supérieur et inférieur.

La fig. 17 indique sur une plus grande échelle le mode de réunion du tuyau fixe d'arrivée de vapeur avec le tuyau mobile.

Dans cette seconde application d'un moteur mécanique, M. Neilson renverse le cylindre à vapeur C, et il le fixe, au moyen d'un fort patin venu de fonte avec lui, sur les deux montants verticaux en bois A de la grue.

La vapeur pénètre dans ce cylindre par un tuyau souterrain a, réuni au tuyau vertical a' (fig. 17), qui passe entre les montants A, en traversant la crapaudine E et le fort pivot e.

Immédiatement au-dessus de celui-ci se trouve la boîte à étoupe c, dans laquelle les tuyaux a' et a^2 viennent se réunir et former un joint parfait qui empêche tout échappement de vapeur, malgré que le premier soit fixe et le second mobile avec le cylindre. Ce dernier communique directement avec la boîte de distribution, qui laisse pénétrer alternativement la vapeur en dessus et en dessous du piston.

La tige de ce piston, comme dans l'exemple précédent, actionne un arbre à manivelles muni d'un pignon qui engrène directement avec la grande roue dentée R, fixée sur l'arbre du treuil T, pour obtenir une élévation rapide du fardeau.

Dans le cas contraire, pour un mouvement plus lent, on fait glisser le même pignon, et on le fait engrener avec la roue r dont l'axe est garni d'un deuxième pignon qui commande la roue R.

Un frein régulateur à friction, muni de son levier l, entoure la poulie p' fixée sur l'arbre à manivelles.

Nous allons maintenant décrire le plus complétement qu'il nous sera possible, la grue à vapeur à pivot tournant, construite par la Compagnie des établissements Cavé, sous la direction de M. Lebrun.

Mais disons avant tout que cette grue présente encore l'avantage de pouvoir fonctionner à volonté, soit par le moteur, soit à bras d'hommes.

Pour obtenir ce dernier résultat, il faut d'abord supprimer l'action du cylindre à vapeur, en retirant la clavette de la tête du piston, et en inclinant le cylindre de manière à éviter l'arbre coudé, puis ajouter les manivelles.

Il est clair que dans ce dernier cas, si l'on veut élever la même charge, les hommes emploieront beaucoup plus de temps, comme nous le ferons ressortir à la fin de cet article, par des calculs relatifs au travail utile de l'appareil.

En outre, le cylindre à vapeur, la distribution, les supports, enfin tous les accessoires qui forment l'ensemble du moteur, sont combinés de telle sorte que l'on peut, en dévissant simplement les quatre boulons qui les retiennent à l'arbre de la grue, les retirer, les transporter tout montés et les fixer sur un support quelconque; alors la machine devient un moteur fixe ordinaire tout à fait indépendant de la grue, et capable ainsi d'actionner des outils et appareils de toutes sortes.

DESCRIPTION DE LA GRUE A VAPEUR A PIVOT TOURNANT, REPRÉSENTÉE SUR LES FIG. 1 A 13, PL. 12.

La fig. 1 représente une élévation latérale de la grue, et une coupe verticale de la fosse en maçonnerie dans laquelle le pivot et la moitié de la hauteur de l'arbre sont renfermés.

La fig. 2 est une seconde projection verticale, vue du côté des engrenages, du treuil et du cylindre à vapeur, et une section de la fosse faite perpendiculairement à la fig. 1.

La fig. 3 montre en détail le moteur à vapeur, dessiné à une échelle double des figures précédentes.

La fig. 4 est une section horizontale faite suivant la ligne 1-2 de la fig. 3.

Les fig. 5 et 6 indiquent, en élévation et en plan horizontal, la disposition du levier de changement de marche et de la coulisse de distribution.

La fig. 7 est une section verticale de la portion de l'arbre creux de la grue, fondu avec le canal de distribution de vapeur, et réuni au manchon fixe muni du tuyau d'arrivée de vapeur.

La fig. 8 est une coupe horizontale faite à la hauteur de la ligne 3-4 de la figure précédente.

Les fig. 9 et 10 sont les détails de la poulie de renvoi appliquée à la tête de la grue, et de l'assemblage du bras avec les tirants.

Les fig. 11 et 12 font voir, en section verticale et en coupe horizontale suivant 5-6, le mode d'assemblage de la partie inférieure du bras en tôle avec le renflement creux fondu d'une seule pièce avec l'arbre vertical de la grue.

La fig. 13 montre, à l'échelle de 1/10, la section exacte des deux demi-cylindres qui forment le bras en tôle.

Dispositions générales. — La colonne ou arbre vertical A, est fondu d'une seule pièce avec son pivot; cet arbre est creux sur toute sa hauteur et renforcé intérieurement par une cloison verticale A′ (fig. 4, 7 et 8) garnie de neuf nervures espacées également de la base au sommet. Deux évidements sont ménagés vers les extrémités qui sont à la fois un peu coniques et légèrement courbes.

Le pivot est garni d'un disque en acier convexe, supporté par un disque semblable, logé dans une boîte en fonte *e*. Cette boîte est fixée et parfaitement centrée au moyen de clavettes un peu coniques dans une seconde boîte en fonte E, attachée solidement sur une pierre de taille E′.

Cette pierre de taille fait partie du massif en maçonnerie F, qui sert de fondation à la grue, et au centre duquel est ménagée la fosse F′.

Pour descendre dans cette fosse, plus étroite à son sommet qu'à sa base, on a, d'un côté, laissé une ouverture oblongue *f*, au-dessus de laquelle est placé un trou d'homme *f*′ (fig. 1), fermé par un chapeau qui est soutenu par des saillies, venues de fonte avec la plaque G.

Cette plaque est encastrée dans la maçonnerie et solidement reliée avec elle par quatre forts boulons *g*, clavetés dans l'intérieur de la fosse; son centre est percé d'une ouverture d'un diamètre plus grand que celui du corps de la grue, de façon que celui-ci puisse, non-seulement passer librement, mais encore laisser l'espace nécessaire à une série de galets horizontaux *g*′ (fig. 1, 2 et 7), qui forment une sorte de chapelet autour de l'arbre, afin d'en faciliter le mouvement.

Les axes de ces galets sont montés dans l'épaisseur de deux cercles en fer méplats, qui les réunissent et les maintiennent toujours à égale distance les uns des autres. Le cercle inférieur est soutenu par une seconde série de galets *h*, supportés par une bride en deux pièces qui entoure l'arbre, et repose sur une saillie circulaire venue de fonte avec lui.

Il résulte de l'application de ces deux séries de galets horizontaux et verticaux, que, tandis que les premiers roulent, d'un côté, sur la circonférence extérieure de l'arbre central, et de l'autre, sur la circonférence intérieure de l'ouverture circulaire pratiquée à la plaque, les seconds soutiennent les premiers, et les facilitent à tourner tous ensemble avec la colonne.

Ces galets forment ainsi le second point d'appui de l'arbre; ils reportent la pression contre les parois verticales de la plaque, et, par suite, contre le massif du quai.

Il suit de là que l'arbre A, s'appuyant sur ces galets, exécute son mouvement de rotation dans tous les sens. La longueur de cet arbre, au-dessous du sol, n'est que de 2^{m}50, et pourtant l'appareil, quoique non équilibré, se maintient parfaitement avec la charge maximum, qui n'est, à la vérité, que de 3,000 kilogrammes.

Une calotte en tôle *h*′ recouvre ce mécanisme afin d'empêcher la poussière et les ordures de toute sorte de s'introduire sur les galets et de tomber dans l'intérieur de la fosse.

Le bras B de la grue (fig. 1, 2, 12 et 13) a 6 mètres de portée; il est composé de deux feuilles de tôle de 5 millimètres d'épaisseur, qui ont chacune une forme exactement semblable, c'est-à-dire celle d'un demi-cylindre creux terminé par deux rebords plats. Ces deux demi-cylindres creux sont placés l'un à côté de l'autre de façon à former un cylindre

complet, et les rebords plats *b* sont réunis par un grand nombre de rivets de 15 millimètres de diamètre (fig. 13).

Le bras ainsi construit est réuni à la colonne en fonte A, par ses deux extrémités, celle inférieure s'assemble avec un tronçon creux B′ (fig. 11 et 12), fondu avec la colonne, et d'une forme semblable à celle du bras en tôle, c'est-à-dire que les demi-cylindres entourent la portion cylindrique, et que les deux bords plats *b* viennent s'appliquer et sont rivés de chaque côté sur la double nervure fondue avec le tronçon.

Les deux feuilles de tôle qui forment l'extrémité supérieure du bras, sont complétement aplaties, et sont, en outre, renforcées de chaque côté par une seconde épaisseur de tôle. Un petit cylindre creux, en fonte *i* (fig. 9 et 10), maintient l'écartement, et un boulon *i′*, qui le traverse, opère la réunion des quatre feuilles de tôle.

Ce boulon est terminé par deux anneaux qui servent à attacher deux cordes I et I′ (fig. 2), à l'aide desquelles on fait tourner la grue sur son pivot; la première peut servir, par exemple, à amener le bras dans la direction nécessaire lorsqu'il est chargé, et la seconde à le faire revenir dans sa position primitive pour le charger à nouveau.

Immédiatement au-dessous du boulon *i′* est montée folle, sur un fort boulon *j*, la poulie P, dont la circonférence extérieure est fondue avec une gorge correspondante à la forme de la chaîne J, à laquelle elle sert de guide.

Le boulon *j*, qui sert d'axe à la poulie de renvoi, est en outre utilisé pour réunir la tête de la grue ou du bras avec la partie supérieure de la colonne A, par l'intermédiaire des deux tirants en fer méplats *t* (fig. 9).

Ces deux tirants sont réunis par des entretoises en fer *t′*, au nombre de huit, qui vont en augmentant de longueur en se rapprochant de la colonne, dont le sommet est fondu avec un renflement circulaire plus large que son diamètre, et auquel les deux tirants *t* (fig. 2) sont fixés par un fort boulon.

Du treuil et de son mouvement. — Le même boulon qui relie les deux extrémités inférieures des tirants, sert en même temps à rendre solidaires, avec la colonne, les deux supports verticaux et parallèles en fonte S, munis des coussinets de l'arbre du treuil et des axes des roues d'engrenage qui le commandent.

Le treuil T est fondu avec deux joues latérales, et sur sa circonférence extérieure est pratiquée une gorge peu profonde, en hélice, dans laquelle viennent se loger régulièrement les maillons de la chaîne, au fur et à mesure de l'enroulement.

Comme le tambour du treuil n'a que 0m520 de diamètre au milieu de la chaîne, on a fait les maillons de celle-ci très-courts; ils n'ont que 80 millimètres de longueur et 60 millimètres de largeur, avec du fer de 19 millimètres de diamètre; de cette façon les maillons s'enroulent parfaitement sous la charge, et peuvent en épouser la forme cylindrique, l'expérience ayant démontré que des maillons plus longs se courberaient inévitable-

ment, et que la nature du fer se trouverait bientôt altérée par suite de la tendance continuelle des maillons à se courber, pour se redresser ensuite.

Il faut donc prévoir, pour le choix de la chaîne, que le diamètre du tambour soit en rapport avec la longueur des chaînons, afin que chacun d'eux s'enroule facilement, sans fatigue, et reste parfaitement droit.

Quand le fardeau soulevé est détaché du crochet Q, son poids ne suffirait pas pour tendre la chaîne, ce qui pourrait empêcher le déroulement du treuil de se faire convenablement. Pour remédier à cet inconvénient, un contre-poids en fonte Q′ (fig. 1), entoure l'anneau de ce crochet. Ce contre-poids est en deux pièces, réunies au milieu par un écrou, que l'on visse à l'extrémité d'un boulon fileté qui le traverse.

Sur le même arbre que le treuil, en dehors d'un des supports S, est fixée la grande roue R, de 88 dents, qui engrène avec un pignon *r* (fig. 2), de 14 dents. Ce pignon est monté sur un petit arbre horizontal *k*, muni d'une roue *r′*, de 50 dents, engrenant avec un pignon *p*, de 12 dents, forgé avec l'arbre à manivelle *l′* (fig. 2 et 3).

Cet arbre, qui est actionné directement par le piston du cylindre à vapeur, est en outre muni d'un volant V, pour régulariser la marche et aider à passer les points morts du moteur.

Du côté opposé au volant, l'arbre *l′* est prolongé pour recevoir au besoin une manivelle, à l'aide de laquelle et d'une poignée faisant manivelle, fixée dans l'un des bras du volant régulateur, on peut faire fonctionner la grue à bras d'hommes, si l'on voulait supprimer l'action du cylindre à vapeur.

L'arbre intermédiaire *k*, en sus du pignon *r* et de la roue *r′*, est muni d'une roue à rochet K′ et d'une poulie à frein *p′*. La roue, au moyen du cliquet *k′* (fig. 1), terminé par un petit contre-poids qui le maintient toujours engagé dans la denture, empêche le treuil de tourner en sens inverse de l'enroulement de la chaîne pendant l'élévation du fardeau.

La poulie à frein *p′* est fondue avec deux joues au milieu desquelles est engagée une lame en acier *q*, dont les extrémités s'assemblent à charnière avec le levier *l*. Ce dernier sert à serrer la lame au frein *q* (fig. 3) sur la circonférence de la poulie pour exercer sur celle-ci une friction capable d'arrêter presque instantanément, au besoin, le mouvement de la machine, en supposant que la charge soit abandonnée à elle-même.

Toutes les grues sont généralement munies d'un frein ; cette application est de première nécessité pour éviter les accidents qui pourraient résulter si, par exemple, une des dents de la roue K, ou le cliquet *k′*, venait à manquer, ou si l'on abandonnait la charge tout à coup.

Pour les grues à vapeur, disposées comme celle représentée sur notre dessin, l'application du frein a moins d'utilité ; ce n'est qu'une mesure de précaution, parce qu'on peut très-aisément, comme nous le verrons plus loin, à l'aide du levier qui règle l'introduction de la vapeur dans le cylindre, gouverner à volonté les mouvements du treuil.

Du moteur a vapeur. — Le cylindre à vapeur C est fondu avec ses

deux conduits d'admission *m*, un bras creux *m'*, qui sert à le supporter dans son oscillation et, de plus, avec un renflement dans l'épaisseur duquel est ménagé un canal annulaire (fig. 3 et 4). Ce bras creux et ce canal annulaire servent à l'échappement de la vapeur, après qu'elle a agi en dessus et en dessous du piston.

Les deux conduits d'admission et le canal de sortie de la vapeur, débouchent sur une même face plate dressée, à laquelle se fixe par des boulons la boîte de distribution fondue avec le second bras creux m^2, servant à l'arrivée de la vapeur dans la boîte.

Les deux bras *m'* et m^2, dont l'un fait partie intégrante du cylindre, sont montés dans deux supports munis de coussinets en bronze, et fondus ensemble avec une plaque rectangulaire M. Cette dernière est fixée par quatre forts écrous sur une saillie A^2 d'une même forme qu'elle, et venue de fonte avec la colonne A de la grue, de sorte que l'ensemble du moteur à vapeur peut, comme nous l'avons dit, être placé tout monté et être enlevé pour fonctionner, au besoin, indépendamment de l'appareil.

La tige du piston V' est terminée par une fourche *v* qui sert à la relier directement à la manivelle de l'arbre en fer forgé *l'*; à cet effet, cette fourche est garnie de coussinets en bronze en deux pièces; celle du dessus est recouverte d'une plaque en fer, serrée simplement par une clavette (fig. 3).

Le tuyau d'arrivée de la vapeur débouche dans la boîte de distribution; il est ajusté dans le bras m^2 et un presse-étoupe forme le joint pour empêcher les fuites de vapeur. Le même assemblage est adopté pour le tuyau d'échappement *n* engagé dans le bras *m'*.

Ces deux tuyaux sont maintenus fixes, quoique le cylindre oscille sur ses deux tourillons ou bras dans les supports M, au moyen de deux brides en fer *n'*, reliées aux supports par les petites colonnes N.

Le fond du cylindre est muni d'un robinet purgeur *o* (fig. 1 et 2), et son couvercle est fondu avec un guide *o'* dans lequel se meut la tête de la tige du tiroir de distribution (fig. 3). Cette tête est forgée avec un petit goujon entouré d'une bague en cuivre, engagée dans une glissière courbe O (fig. 3, 5 et 6).

L'axe de cette glissière traverse une longue douille *s* fondue avec un des supports S, et son extrémité est fixée par une goupille à une manette L.

C'est au moyen de cette manette que l'on règle l'admission de la vapeur dans le cylindre, soit pour faire tourner le treuil de droite à gauche, afin d'opérer l'enroulement dans le sens de la flèche (fig. 1), soit pour le faire tourner en sens inverse, de gauche à droite, afin de laisser descendre la chaîne et son crochet à contre-poids.

Pour obtenir ce résultat, la glissière O est formée d'un arc de cercle, qui a pour rayon le centre de mouvement du cylindre à vapeur, c'est-à-dire un point pris sur une ligne passant par l'axe des bras *m'* et m^2.

Il résulte de cette disposition, que quand la manette L est horizontale,

le centre de la glissière O se trouve juste dans l'axe du cylindre; alors la tête *o* de la tige du tiroir peut se déplacer dans la glissière sans faire mouvoir le tiroir, puisque celui-ci se meut avec le cylindre; mais aussitôt que l'on incline la manette, en x, par exemple (fig. 5), le cercle décrit par la tige du tiroir ne passant plus par les mêmes points du cercle de la glissière, amène, à chaque oscillation du cylindre, un retard, qui permet au tiroir de laisser libres les orifices d'introduction pour le passage de la vapeur, alternativement en dessus et en dessous du piston.

Le même effet se produit en faisant occuper à la manette la position x', mais alors on fait pénétrer la vapeur, d'abord en dessous puis en dessus pour marcher en sens inverse.

Pour maintenir la manette dans l'une ou l'autre de ces deux positions, elle est prolongée en dehors de son centre de mouvement et terminée par un œil que traverse une tige filetée, laquelle se visse dans un écrou en bronze ajusté dans une coulisse s' (fig. 5 et 6), ménagée dans l'épaisseur du support S.

La portion courbe de cette coulisse est formée d'un arc de cercle ayant pour centre l'axe de la manette L, de sorte que, quand l'écrou est desserré et que l'on agit sur la manette, celle-ci le déplace aisément, mais par contre, quand cet écrou est serré en un point quelconque de l'arc de cercle de la coulisse, la manette est solidement maintenue dans cette position.

Il ne nous reste plus maintenant qu'à décrire le mode de réunion du tuyau fixe d'arrivée de vapeur, avec le cylindre mobile.

Réunion du générateur avec le moteur. — La grue dont nous nous occupons est établie sur le port du canal de Montluçon pour le service des forges et hauts-fourneaux de la société Boigues, Rambourg et Cᵉ; elle est située à 70 mètres d'une chaudière à vapeur de 12 chevaux, servant à faire marcher un débrayage mécanique, et c'est l'excédant de la vapeur produite par cette chaudière, qui alimente le cylindre de la grue.

La vapeur est amenée au cylindre par un tuyau *a* de 40 millimètres de diamètre, placé sous le sol dans un petit aqueduc en briques.

Ce tuyau est réuni par une bride au manchon b' (fig. 1, 2, 7 et 8) fondu avec trois oreilles b^2, boulonnées sur des tiges de fer scellées dans la maçonnerie. L'espace annulaire dans lequel débouche le tuyau d'arrivée de vapeur est fermé par deux presse-étoupes en fonte *c* et c', garnis de rondelles en bronze. Une enveloppe de même métal et de mince épaisseur entoure la colonne A sur une hauteur correspondante au manchon et à ses deux presse-étoupes.

Au moyen de cette disposition la colonne peut tourner et le manchon rester fixe sans craindre que la vapeur ne s'échappe; celle-ci ne peut, en effet, trouver une issue que par le conduit a' fondu avec la colonne; et, comme ce conduit communique avec la boîte de distribution du cylindre par le tuyau a^2, la vapeur se rend au cylindre, quelle que soit la position que celui-ci occupe par rapport au tuyau d'arrivée de vapeur (fig. 1, 7 et 8).

DIMENSIONS PRINCIPALES DE LA GRUE A VAPEUR

Portée du bras	6 mèt.
Diamètre du cylindre à vapeur	0m180
Course du piston	0m240
Nombre de tours par minute de l'arbre moteur	125 t.
Pression de la vapeur dans le cylindre	3 atm.
Force nominale en chevaux-vapeur	4 ch.
Pignon *p* monté sur l'arbre moteur, diamètre au contact	0m130
Même pignon, nombre de dents	12
Roue *r'* montée sur l'arbre intermédiaire, diamètre au contact	0m540
Même roue, nombre de dents	50
Pignon *r* monté sur l'arbre intermédiaire, diamètre au contact	0m178
Même pignon, nombre de dents	14
Roue R montée sur l'arbre du tambour, diamètre au contact	0m121
Même roue, nombre de dents	88
Diamètre du tambour au milieu de la chaîne	0m520
Diamètre du fer composant les maillons de la chaîne	0m019
Rapport entre la puissance et la résistance	1 à 12

CALCULS DE LA GRUE DE 3 TONNES.

Travail à produire correspondant à une élévation de la charge de 5 mètres par minute, et à 125 tours de l'arbre moteur :

$$\frac{5^{m}000 \times 3000 \text{ kilogr.}}{60'' \times 75 \text{ kilogrammètres}} = 3^{ch.}333$$

Si à ce travail on ajoute 25 p. 0/0 pour les frottements de la chaîne et des engrenages, on arrive à un *travail utile* à produire par le petit cylindre à vapeur de

$$3^{ch.}333 \times 1,25 = 4^{ch.}16.$$

Si on voulait obtenir le même travail, dans le même temps, par une force manuelle en admettant l'effort de 8 kilogrammètres adopté pour le travail ordinaire et continu d'un homme, on reconnait qu'il faudrait :

$$\frac{4^{ch.}16 \times 75 \text{ kilogrammètres}}{8 \text{ kilogrammètres}} = 39 \text{ hommes}$$

Mais comme on n'emploie généralement pas plus de 4 hommes pour la manœuvre d'une grue de cette force, si l'on voulait élever la même

charge de 3,000 kilogrammes, le temps nécessaire pour cette élévation serait dans le rapport de 39 à 4; et, comme nous avons admis une vitesse de 5 mètres par minute avec le moteur, elle ne sera plus que de

$$39 : 4 :: 5^{m} : x; \text{ d'où } \frac{4 \times 5}{39} = 0^{m}512$$

Il est vrai que le chiffre de 8 kilogrammètres, adopté pour l'effort maximum du travail d'un homme, peut-être aisément doublé, surtout lorsqu'il s'agit de son application aux grues. La manœuvre de ces sortes d'appareils laisse toujours un temps plus ou moins long entre l'élévation de deux fardeaux, puisqu'il faut le temps nécessaire pour faire pivoter la grue, la charger et la décharger; de sorte que le travail n'est pas continu en réalité et que les instants de repos permettent aux hommes de déployer en un moment donné une force plus considérable.

Nous ne donnons pas ici de calculs complets pour établir théoriquement les dimensions et le nombre des engrenages, leurs vitesses respectives et le rapport de la puissance à la résistance. Nous renvoyons au 1er volume de ce Recueil (page 269) dans lequel, au sujet de la grue en fonte et en bois de M. Cavé, nous avons donné des calculs étendus et des résultats d'expériences faites en Angleterre, pour connaître la force instantanée de l'homme appliqué à des appareils de ce genre.

GRUE DE 30 TONNES ÉTABLIE SUR LE PORT DE ROUEN

Pour compléter cet article, nous le faisons suivre des principales dimensions d'une forte grue que la compagnie des établissements Cavé vient de monter sur le quai d'Harcourt, à Rouen. Cette grue, comme celle que nous venons de décrire, est à pivot tournant sur une crapaudine placée au fond d'une fosse; le bras est également en tôle de forme cylindrique présentant deux sortes de nervures formées par les deux épaisseurs réunies pour résister à l'effort; elle est calculée pour élever un poids maximum de 30,000 kilogrammes sans application de moteur mécanique. Les rapports des vitesses qui existent entre quatre séries d'engrenages permettent d'obtenir ce résultat par le travail simultané de huit hommes agissant sur les deux manivelles (1).

La copie du procès-verbal dressé par la chambre de commerce de Rouen pour la réception de cette grue certifie, comme on peut le lire ci-après, que les expériences se sont faites dans les meilleures conditions, et que la grue, après avoir soulevé un poids de 30,000 kilogr., a tourné aisément sur son pivot avec cette énorme charge, sans montrer le moindre signe de fatigue.

(1) Nous donnerons prochainement dans le *Génie industriel* le dessin de cette grue, ainsi que celui d'un marteau-pilon de 8,000 kilogrammes, livré à l'établissement impérial d'Indret, en 1856 par les mêmes constructeurs.

DIMENSIONS PRINCIPALES.

Distance de la charge au centre de la grue ou portée du bras.	$7^{m}000$
Hauteur du niveau du quai à l'axe de la poulie de renvoi de la chaîne..	$10^{m}000$
Longueur du bras ou flèche en tôle....................	$11^{m}000$
Diamètre extérieur de la section du bras...............	$0^{m}284$
Distance des deux extrémités des bords méplats du bras....	$0^{m}540$
Épaisseur de la tôle de la flèche.........................	$0^{m}012$
Hauteur totale de la colonne ou pivot..................	$8^{m}200$
Distance de l'extrémité inférieure du pivot au collet soutenu par les galets....................................	$4^{m}400$
Diamètre extérieur du pivot dans la partie soutenue par les galets..	$0^{m}800$
Épaisseur de la fonte dans cette même partie............	$0^{m}070$
Épaisseur de la cloison passant par l'axe du pivot..........	$0^{m}095$
Diamètre du pivot dans la crapaudine....................	$0^{m}026$
Section résistante du pivot dans la partie soutenue par les galets, en centimètres quarrés......................	$2232^{c.q.}$
Mouvement du plus grand effort sur le pivot. $30000^{k} \times 7^{m} =$	210000^{k}
Section de la flèche, en cent. q..........................	$152^{c.q.}$
Effort de compression sur la flèche....................	93000^{k}
Section des deux tirants en cent. q......................	$90^{c.q.}$
Effort de traction sur les tirants........................	56000^{k}
Diamètre du fer composant les maillons de la chaîne.......	$0^{m}033$
Diamètre du fer composant le crochet destiné à enlever la charge sans la poulie de retour, ou 15000^{k} à 18000^{k}......	$0^{m}100$
Diamètre du fer composant le crochet de la poulie de retour destiné à soulever 30000^{k} (1).........................	$0^{m}120$
Diamètre du puits en fonte.............................	$1^{m}700$
Hauteur totale dudit....................................	$4^{m}320$
Épaisseur de la fonte de la paroi verticale..............	$0^{m}030$
Section du cercle en fer servant à fixer les tirants 60/150...	$90^{c.q.}$
Diamètre du fer composant les 7 tirants qui servent à maintenir le puits...	$0^{m}075$

DÉTAIL DES ENGRENAGES DU TREUIL.

PREMIER ARBRE MOTEUR MUNI DE MANIVELLES, PETITE VITESSE.

Premier pignon, diamètre au contact, $0^{m}150$; 14 dents; pas, $0^{m}034$.

(1) Ces deux crochets sont élingués quand on veut soulever les plus fortes charges, soit 18,000 kilogr. pour le premier, et 30,000 kilogr. pour le second.

DEUXIÈME ARBRE.

Première roue, diamètre au contact, $0^{m}943$; 88 dents; pas, $0^{m}034$.
Deuxième pignon, diamètre au contact, $0^{m}152$; 12 dents; pas, $0^{m}040$.

TROISIÈME ARBRE.

Deuxième roue, diamètre au contact, $0^{m}991$; 78 dents; pas, $0^{m}040$.
Troisième pignon (il y en a un à chaque extrémité de l'arbre), diamètre au contact, $0^{m}224$; 14 dents; pas, $0^{m}050$.

QUATRIÈME ARBRE PORTANT LE TAMBOUR DU TREUIL.

Troisième roue (il y en a une à chaque extrémité de l'arbre), diamètre au contact, $1^{m}632$; 102 dents; pas, $0^{m}050$.
Diamètre du tambour du treuil au milieu de la chaîne = $0^{m}515$.
Rapport entre la puissance et la résistance, comme 1040 est à 1.

PREMIER ARBRE MOTEUR PORTANT LES MANIVELLES, GRANDE VITESSE.

Premier pignon, diamètre au contact, $0^{m}268$; 30 dents; pas, $0^{m}028$.

DEUXIÈME ARBRE.

Première roue, diamètre au contact, $0^{m}821$; 92 dents; pas, $0^{m}028$.
Rapport entre la puissance et la résistance, 1 à 580.

PRIX DE LA GRUE, DE SES FONDATIONS ET FRAIS D'INSTALLATION.

Appareil complet, y compris un cercle en fer destiné à recevoir l'attache des tirants de fondations (poids total : 22,004 kil.).	18,800	»
Transport de l'appareil de Paris à Rouen...............	364	80
Frais de débarquement et main-d'œuvre pour la réception et le montage de l'appareil, et la pose du puits en fonte.	736	55
Puits en fonte du poids de 10,892 kil., à 60 fr. les 100 kil.	6,535	20
Sept tirants en fer avec leurs contre-plaques en fonte du poids de 3,400 kil., plus 396 kil. pour frettes, sabots, pieux, etc....................................	2,977	»
Fondations (11 pieux en hêtre et plates-formes).........	1,652	»
Fouilles, béton, libages, pierres, asphaltes, etc..........	7,880	60
Toit en zinc pour couvrir les engrenages, et balustrade d'entourage en fer..............................	750	»
Gratification au surveillant des travaux de fondations....	300	»
Total du prix de revient de la grue prête à fonctionner. fr.	39,996	15

RÉCEPTION DE L'APPAREIL PAR LA CHAMBRE DE COMMERCE DE ROUEN.

L'an mil huit cent cinquante-sept, le lundi 12 octobre, à deux heures après midi. Étaient présents sur le quai d'Harcourt :

MM. A. Le Mire, officier de la Légion d'honneur, président de la chambre de commerce;

Rolet, chevalier de la Légion d'honneur, secrétaire, membre de la chambre;

Verdrel, chevalier de la Légion d'honneur, membre de la chambre de commerce de Rouen;

De La Fosse, chevalier de la Légion d'honneur, membre de la chambre de commerce de Rouen;

Esclavy, membre de la chambre de commerce de Rouen ;

Du Boulet, ingénieur des ponts et chaussées;

De Semerville, capitaine de port;

Et Le Brun, ingénieur de la compagnie des établissements Cavé ;

Réunis à l'effet de procéder à l'épreuve et réception de la grue de 30 tonneaux vendue par cette Compagnie à la chambre de commerce de Rouen, et dont les fondations ont été dirigées sous les ordres de MM. les ingénieurs du port de Rouen, par M. Frelast, conducteur des ponts et chaussées.

Un lot de gueuses de fonte, dont le poids a été constaté s'élever à 30,000 kil., y compris le plateau de bois destiné à le porter, était déposé sur le quai.

Une première épreuve de la grue a été faite avec un poids de 24,000 kil. de fonte placé sur un plateau de bois disposé à cet effet. Trois hommes sur chaque manivelle ont élevé avec une grande facilité ce fardeau à environ 50 centimètres de terre, et ensuite on a orienté la grue en la faisant pivoter deux fois sur son axe, en faisant le tour entier.

Cette première épreuve s'est accomplie sans aucune fatigue apparente de l'appareil, dont aucune des parties n'a souffert.

On a ensuite procédé à une seconde épreuve.

Après avoir amené le plateau sur le sol du quai, on a complété la charge à 30,000 kil. au moyen de gueuses de fonte, et quatre hommes sur chaque manivelle ont élevé de nouveau le plateau à 50 centimètres de terre. On a remarqué que ces huit hommes travaillaient sans fatigue, ce qui a fait penser que six hommes eussent suffi pour lever le fardeau. L'orientation de la grue s'est faite avec ces 30,000 kil. avec la même facilité que lors de la première épreuve.

Aucune partie de la grue n'a présenté ni rupture ni altération.

On a toutefois constaté que le puits a subi, sous le poids de l'appareil et de son fardeau, un léger tassement de 3 à 4 millimètres, sans cependant que l'arbre de la grue ait perdu son aplomb.

Le résultat des épreuves auxquelles on vient de se livrer ayant été satisfaisantes sur tous les points, la chambre de commerce de Rouen, représentée par les membres ci-dessus dénommés, déclare recevoir la grue dont s'agit, conformément aux clauses du traité passé avec la compagnie des établissements Cavé, le 5 août 1856.

Fait au secrétariat de la chambre de commerce à Rouen, le 12 octobre 1857, et signé par :

MM. A. Le Mire. L. Lebrun.

MÉTALLURGIE DU FER

FOUR A SOUDER LES RAILS ET LES GROS FER

PAR

M. CORBIN-DESBOISSIÈRES

ANCIEN MAITRE DE FORGES

Système breveté le 19 mai 1855

(PLANCHE 14)

Nous préparons en ce moment les dessins d'un ouvrage très-important et du plus haut intérêt, qui aura pour titre : *Thermotechnie appliquée aux arts industriels.*

Nous profitons de l'offre obligeante de l'auteur de cet ouvrage, *M. Corbin Desboissières*, ancien maître de forges, pour publier, comme spécimen de l'atlas, quelques-uns des nombreux appareils métallurgiques qu'il renferme.

Nous commençons par le four à souder représenté sur la pl. 14, dont M. Corbin a bien voulu nous donner la description détaillée, en la faisant précéder de considérations scientifiques et pratiques.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

«La combustion paraît simple et parfaite comme tous les faits naturels; mais, lorsque nous considérons cette réaction chimique relativement à l'industrie, nous voyons que sa simplicité n'est qu'apparente et ne sert en effet qu'à dérober à notre attention toutes les questions scientifiques et pratiques dont elle se complique indéfiniment. C'est ainsi que les arts se perfectionnent d'autant plus lentement qu'ils peuvent être pratiqués plus facilement. La parfaite intelligence des dispositions particulières du four à souder qui nous occupe et les raisons d'être de cet appareil se déduisent justement des notions ci-après :

En sortant du feu d'affinerie ou du four à puddler, le fer brut, impar-

faitement soudé, est mélangé avec une quantité plus ou moins forte de laitier et d'oxyde de fer, suivant qu'il a été plus ou moins bien cinglé; achever ce soudage en expulsant les corps étrangers retenus par le métal, voilà ce que doit faire le four soudant.

Comment pratique-t-on maintenant cette opération?

Comment doit-on la pratiquer pour qu'elle soit aussi parfaite qu'il est possible?

Le fer a d'autant plus de qualité qu'il est plus pur; il est d'autant plus pur qu'il a été constitué à l'état maléable sous une température plus élevée qui a facilité la juxtaposition de ses molécules; et, par cela même, l'expulsion des corps étrangers qu'il retenait.

Pour être réchauffé, soudé et ramené à l'échantillon marchand, ce métal doit évidemment être reporté au même degré de chaleur sous lequel il a été formé. Ainsi, la température du four à souder doit égaler celle du feu d'affinerie soit 1500° au moins.

Si le fer brut était homogène, l'allure du four soudant serait aussi simple que facile à guider; mais il n'en est pas ainsi : il est certain, au contraire, que la même fonte, traitée dans les mêmes feux ou fours d'affinerie, produit, à la fois, des fers forts, tendres et même cassants dont la capacité pour les chaleurs varie entre 1200 et 1500°.

Ce qui revient à dire, qu'en formant un paquet avec ces trois espèces de fer brut pour les souder ensemble, le fer cassant est fondu lorsque le fer fort est seulement soudant.

De là les déchets excessifs et la qualité insuffisante des fers irrationnellement traités.

Le fer brut doit donc être divisé en trois lots : ces lots doivent enfin être chauffés séparément pour être portés aux températures relatives à leur capacité pour la chaleur. Si ces conditions d'une bonne fabrication ne sont pas observées, il y aura toujours, quels que soient le zèle et l'intelligence des ouvriers, égalité de gaspillage entre les bons et les mauvais fours.

On croit dans quelques forges que le laitier (silicate de fer) facilite le soudage du fer dans les fours. Il importe, relativement à la question qui nous occupe, de bien fixer les conséquences de cette pernicieuse erreur, qui est cependant l'une des principales raisons d'être de nos méthodes routinières.

Le fer brut est toujours mélangé avec une petite quantité variable d'oxyde et de laitier, qui ne peuvent se dégager qu'à l'état de fusion et par la compression, comme un liquide se dégage d'une éponge.

Le fer passe donc à la température soudante en retenant le laitier qu'il contient, et qui se dégage seulement sous l'effort comprimant du cylindre ou du marteau.

Nous allons examiner d'où proviennent ces masses de laitiers qui encombrent les fours à souder.

L'ancienne grille qui actionne ces appareils, n'a ni formes arrêtées

rigidité; elle laisse croûter la houille dont les gaz sont toujours très-oxydants, et livre ainsi passage à des courants d'air qui renversent toute l'économie du chauffage.

Cependant il est impossible de brûler la houille sans vaporiser l'eau qui s'y trouve, à l'état libre, en plus ou moins grande quantité, et qui d'ailleurs provient inévitablement de la combustion de l'hydrogène. Dans les fours surbaissés qui chauffent par la voie latente et très-peu par rayonnement, les gaz qui contiennent l'air libre lâché en excès par la grille, et, la vapeur d'eau qui se décompose spontanément sur le fer chaud, oxydent les paquets sur toutes les faces de ces mises, qui ne peuvent être assez bien juxtaposées pour empêcher le passage du gaz. Bientôt, en effet, le fer, ainsi chauffé, se couvre d'une couche d'oxyde qui diminue sa conductibilité pour le calorique.

Parvenu à la température rouge cerise clair, l'oxyde de fer, ainsi formé, fond, tombe et roule sur la sole dont il décompose le sable, en se combinant avec la silice pour former le silicate de fer.

Détériorer la sole, paralyser son rayonnement, faire languir le chauffage, augmenter la consommation du combustible et produire des déchets excessifs, voilà tout ce qu'il convient d'attribuer au prétendu laitier dont la routine vante l'efficacité.

Si, en se suroxydant ainsi, le fer chauffait bien, sa qualité serait au moins conservée; mais il n'en est pas ainsi, car l'oxyde agit comme s'il était prédisposé pour soustraire le métal malléable à l'action du calorique qu'il repousse, parce qu'il est mauvais conducteur et qu'il absorbe à l'état de combinaison chimique pour se constituer, et, à l'état latent, pour se liquéfier.

Tel est l'effet de ces causes de répulsion, de déviation et d'absorption de la chaleur dans les fours à souder, que le fer peut y paraître fondant, alors qu'il n'est pas même intérieurement au rouge cerise.

L'oxydation des mises superposées sur toutes leurs surfaces. doit être considérée comme étant la cause permanente des vices de soudure qui se remarquent dans la tôle forte.

En effet, les mises superposées pour former les trousses, retiennent l'oxyde, qui est seulement expulsé lorsque ces mises ont été comprimées sur toutes leurs surfaces par le marteau cingleur, ou par les trois premières cannelures des cylindres dégrossisseurs; mais le fer, qui n'était pas même assez chaud en sortant du four, ne peut pas être réellement soudé par ces opérations, qui lui laissent encore le temps suffisant pour se refroidir, il est seulement juxtaposé.

L'oxydation du fer dans les anciens fours à souder, peut être justement considérée comme leur principale raison d'être, et comme une nécessité pratique.

La combustion de la houille ne peut, en effet, porter que lentement et difficilement ces appareils à la température de 1500°; c'est donc seule-

ment en brûlant une partie du fer qu'ils portent pratiquement ce métal au degré de la chaleur soudante. Cette pernicieuse oxydation est d'ailleurs entretenue non-seulement par l'air libre qui traverse les grilles, mais encore par la vapeur d'eau qui est, comme nous venons de le remarquer, l'inévitable produit des bonnes ou imparfaites combustions de la houille.

Supprimer ou réduire autant qu'il est possible l'oxydation du fer dans le four soudant, en compensant la chaleur résultant de cette oxydation, par les réactions du calorique rayonnant, tel est le problème à résoudre et que nous croyons résolu par la disposition du four mixte et parabolique représenté sur la planche 14.

Pour donner aux grilles, applicables à la fabrication du fer et au développement des hautes températures, la rigidité sans laquelle elles ne peuvent économiser le combustible, en distribuant l'air d'une manière certaine, et par cela même efficace, l'on a fait circuler, dans leurs barreaux creux, l'eau ou l'air, croyant ainsi les soustraire à l'oxydation.

Ces moyens n'ont pas mieux réussi que les combinaisons mécaniques de toutes sortes, qui n'ont, pour toutes raisons d'être, que l'inutilité des moyens jusqu'ici imaginés pour les corriger ou pour les remplacer. Les grilles mobiles sont adoptées par la routine, elles ne céderont donc que très-difficilement leur place à la grille parabolique, fixe, rigide et inoxydable du four à souder que nous allons décrire.

En effet, il ne suffit pas de résoudre un problème industriel, il faut encore, ce qui est souvent beaucoup plus difficile, faire adopter cette solution par la pratique.

DESCRIPTION DU FOUR A SOUDER
REPRÉSENTÉ SUR LES FIG. 1 A 6 DE LA PL. 14.

La fig. 1 est une projection verticale, représentant de face et extérieurement, un four à souder complet, avec sa cheminée, dont on ne peut voir que la base.

La fig. 2 en est une section longitudinale correspondante à la fig. 1, et faite suivant la ligne 1-2, du plan.

La fig. 3 représente ce même four, en plan ou coupe horizontale, faite à la hauteur de la ligne 3-4 de la fig. 1.

La fig. 4 est une vue extérieure du côté des portes du foyer.

La fig. 5, une section transversale passant par le foyer, suivant la ligne 5-6 de la fig. 2.

La fig. 6 indique en détail, sur une plus grande échelle, la section de deux barreaux.

GRILLE PARABOLIQUE.—Elle est formée par 18 barreaux *a* en fer laminé et dressé, qui ont chacun, pour longueur, un mètre, et, pour hauteur, 16 centimètres; leur côté, qui porte la houille incandescente, a, pour lar-

geur, 44 millimètres; le côté opposé ayant seulement 12 millimètres d'épaisseur; ainsi uniformément établis, ils sont rigidement enclavés et fixés dans les trois crémaillères en fer *b* (fig. 2 et 5); dans cette position verticale, ils conservent entre eux, pour le passage de l'air alimentant la combustion, des espaces égaux ayant 6 millimètres de largeur (fig. 6).

Pour assurer la parfaite fixité de ces espaces qui règlent toute l'économie de l'appareil, les barreaux sont encore goujonnés d'un bout sur la barre de fer transversale *c* (fig. 2), et de l'autre bout, sur la cornière, également en fer *c'*, qui porte l'avant-foyer.

En décrivant la mise en train, nous apprécierons justement les effets physiques de cette disposition mécanique, qui soustrait l'appareil aux atteintes de la chaleur, en facilitant le dégagement du calorique.

Avant-foyer. — Comme la grille parabolique, l'avant-foyer A est un organe nouveau et essentiel dans la combustion mixte; il est donc indispensable, pour faire bien comprendre ses raisons d'être, de faire précéder sa description de quelques réflexions.

Le fer chauffe d'autant plus promptement et plus utilement, qu'il est soumis à une température plus constante et plus élevée. Il est, en effet, impossible de retarder son chauffage sans faciliter son oxydation. Cependant la houille introduite dans un foyer de combustion incandescent, loin de dégager spontanément la chaleur, l'absorbe d'abord, pour la restituer seulement lorsqu'elle a atteint la température rouge cerise, sous laquelle elle commence à brûler. Cette absorption du calorique dans le four soudant retarde et annule à chaque instant l'économie de son allure.

L'avant-foyer fait d'abord certainement cesser ces accidents, puisque la houille y passe à l'état d'incandescence avant son arrivée par la grille.

Le principal élément combustible de la houille, le carbone, atteint donc, dans le foyer de combustion, sans s'y volatiliser, le degré de chaleur qui y facilite sa bonne et utile combustion; mais l'hydrogène carboné, le bitume, etc., etc., qui forment, sous l'aspect gazeux, une partie très-essentielle de ce puissant combustible, loin de s'échauffer lentement sur les grilles, s'en dégagent spontanément et tumultueusement sans pouvoir s'enflammer, parce que, loin d'être accompagnées par l'air nécessaire, elles sont noyées dans la vapeur d'eau et dans le gaz acide carbonique. C'est ainsi que ces substances, si éminemment combustibles, brûlent seulement en se dégageant des cheminées et en s'échappant dans l'air libre.

En brûlant les gaz et en chauffant préalablement les combustibles, l'avant-foyer ne régularise pas seulement la température de l'appareil, il facilite encore l'action du fluide calorifique qui est en partie neutralisé par la fumée dans la combustion ordinaire.

Ces notions suffisent pour motiver la disposition mécanique de l'avant-

foyer, disposition qui peut d'ailleurs être modifiée à volonté, sans inconvénients, puisqu'il suffit, en effet, que cet appareil communique avec la grille.

L'avant-foyer du four à souder dont il s'agit termine le côté antérieur de la grille à laquelle il est fixé par la cornière en fer *c'*, qui porte sa sole en brique réfractaire *d* (fig. 2). Cette sole est supportée par les deux colonnes en fonte de fer D.

L'appareil ainsi installé est recouvert d'une voussure E, portant vingt trous verticaux (fig. 2 et 3) de deux centimètres de diamètre, et il est fermé par deux portes F et F', servant à la fois à charger la houille et à décrasser la grille. Ces deux portes sont composées chacune d'un cadre en fer garni de briques réfractaires; elles sont suspendues par des chaînes à des leviers en fonte L (fig. 4), munis de contre-poids *p* qui leur font équilibre.

La plaque de devant G est fondue avec des nervures verticales qui servent de guides aux portes; et, pour consolider l'ensemble, elle est boulonnée avec les deux plaques en fonte H, qui recouvrent la maçonnerie des deux faces longitudinales du four. La plaque G est légèrement inclinée par rapport à la ligne verticale, pour que les portes s'appliquent et ferment naturellement par leur propre poids en restant constamment appuyées sur la paroi. L'air servant à brûler les gaz distillés dans l'avant-foyer, et la houille sur la grille, est fourni par un ventilateur qui débouche à la fois :

1° Par le tuyau en tôle T, de trente centimètres de diamètre, garni de son registre *t* (fig. 1 et 4), dans le cendrier B fermé par une porte en tôle B' (fig. 3 et 4).

2° Dans la chambre à air A', de l'avant-foyer A. Cette chambre est formée de deux épaisseurs de tôle distancées et garnies entre elles de matières non conductrices de la chaleur; elle est munie de son tuyau d'alimentation T', de dix centimètres de diamètre, garni de son registre ou papillon *t'* (fig. 2 et 4).

Les pressions de l'air seraient égales sous la grille et dans les chambres à air de l'avant-foyer, si elles n'étaient pas modifiées par les registres. Cependant il importe, en conservant d'ailleurs l'égalité des deux pressions dans chacun de ces appareils, de proportionner, à la quantité variable des gaz distillés, le poids d'air nécessaire pour les brûler. A cet effet, un tiroir mobile *g*, muni d'une poignée *g'* (fig. 1 et 2), permet de fermer à volonté, en totalité ou en partie, les trous *e* servant au passage de l'air qui alimente la combustion.

Ainsi installée, la grille parabolique, entourée de toutes parts par le feu, reçoit la houille déjà incandescente et soutient incessamment la chaleur lumineuse, dégagée par les courants d'air qui l'enveloppent.

Cependant, loin de s'échauffer dans cette position qui paraît imaginée exprès pour la brûler, la grille conserve un pouvoir refroidissant qui suffit pour figer et solidifier les gangues fondues de la houille qui s'extraient directement par le crochet et avec tant de facilité que le décrassage, si pénible

dans les chauffes ordinaires, n'est plus qu'une manœuvre aussi simple que facile.

Il importe comme nous l'avons déjà fait remarquer, de bien reconnaître, pour les conserver et les utiliser complétement les causes de ces effets physiques de la grille parabolique et quelles sont ces causes :

Le fluide calorifique, comme les liquides et les gaz, se met en équilibre. Une barre de fer mise en contact par l'un de ses bouts avec une source de chaleur, absorbe donc le calorique, qu'elle transmet ensuite à toutes ses parties, qui l'émettent à leur tour par les voies latentes ou rayonnantes. Cette barre, au contraire, ne peut s'échauffer, si son pouvoir émissif égale son pouvoir absorbant.

Voilà toute la théorie de la grille dont il s'agit.

Les surfaces chauffantes sont, en effet, aux surfaces refroidissantes de ses barreaux comme 44 est à 320; l'expérience et la pratique en grand ont fixé ces mesures, dont l'efficacité physique et les dispositions mécaniques ne laissent rien à désirer.

Il est superflu de faire observer que les courants d'air r et r', pratiqués dans l'autel du four et dans la voussure O′ de l'avant-foyer pour tempérer la chaleur excessive qu'ils ont à supporter, fonctionnent d'eux-mêmes et simplement par le tirage de leurs tuyaux en tôle R et R′.

PARTICULARITÉS DISTINCTIVES DU FOUR. — Par le concours simultané de l'avant-foyer et de la grille, la combustion de la houille est donc complète dans la chauffe du four à souder. L'air en excès n'y est plus une cause permanente de l'oxydation du fer, mais la vapeur d'eau qui occasionne aussi cette oxydation se forme en quantité d'autant plus grande dans la combustion, que l'hydrogène est plus parfaitement brûlé. Cependant il est certain que le fer, sans s'oxyder, chauffe beaucoup plus promptement et, par cela même, plus économiquement dans le four mixte et parabolique que dans les fours ordinaires.

Il importe de préciser ici, comme nous nous le sommes proposé, les causes de ces faits qui ont toute l'apparence de la contradiction et même de l'impossibilité.

La vapeur d'eau, en vertu de sa légèreté relative et comme le montre l'expérience naturelle, s'élève dans l'air; la densité du gaz acide carbonique est, à la densité de l'air atmosphérique, comme 1,5245 est à 1.

Sous la même température et dans la même enceinte, la vapeur d'eau ascendante se superpose donc au-dessus du gaz acide carbonique.

Pour obtenir cette réaction dynamique dans le four à souder à vent forcé, de manière à faciliter le dégagement de la vapeur d'eau sans qu'elle puisse toucher le fer, et, en même temps, les puissantes réactions par rayonnement du fluide calorique, il suffit de donner à cet appareil les dimensions qui ont été tracées par l'expérience et définitivement arrêtées par la pratique.

Il est inutile de rappeler et de poser ici les dimensions, puisqu'elles sont

indiquées sur les figures de la planche 14 ; mais il importe de bien comprendre leur connexité, qui produit tous les effets physiques que nous avons déjà signalés.

En s'élevant de la grille dans la chauffe M, qui a pour hauteur 1m 80, (fig. 2 et 5), les gaz résidus de la combustion se superposent, suivant l'ordre de leur densité : l'acide carbonique forme la base et la vapeur d'eau le sommet de la colonne gazeuse.

Ces résidus, conservant leur position dynamique, ainsi acquise, jusqu'à leur sortie de l'appareil, le fer, placé sur la sole (fig. 2), est enveloppé par le gaz acide, tandis que la vapeur d'eau s'appuie sur la voussure opposée qu'elle suit pour se réunir à tous les autres gaz, en franchissant les échappements *m'* (fig. 2, 3 et 5), qui communiquent directement avec la cheminée d'appel N.

C'est ainsi que le fer, protégé par le gaz acide carbonique, dans le four parabolique, échappe aux atteintes de l'oxygène libre et de la vapeur d'eau.

Pour expérimenter nettement cette disposition, il suffit de charger la grille avec la houille froide ; on voit alors la fumée s'appuyer sur la voussure et se dégager sans effleurer la sole.

Dispositions géométriques du four parabolique.—La sole *m* est inclinée de 1/10 sur la chauffe, de manière à faciliter l'écoulement du laitier par le chio *n*, disposé au pied de l'autel I ; le plafond O de la voûte, comme l'indique bien la fig. 2, est incliné d'un tiers par rapport à l'horizontale, et, en sens inverse de la sole, de sorte que la forme caractéristique du four est celle d'un cône tronqué.

Le calorique rayonnant dans ce cône, et faisant invariablement l'angle de réflexion de ses rayons égale à l'angle d'incidence, se porte du sommet à la base; cette base le réfléchissant à son tour perpendiculairement, le renvoie en sens inverse, et établit ainsi une marche de va-et-vient continuelle, avec l'incompréhensible vitesse de 300 kilomètres par seconde, jusqu'à sa dissipation complète.

Voilà comment s'opèrent, dans le four parabolique, les réactions par rayonnement, du fluide calorifique ; ces réactions ne compensent pas seulement la chaleur dégagée dans les fours ordinaires par la combustion du fer, elles remplacent encore le combustible, suivant une proportion qui s'élève au moins à 25 p. 100.

La mise en train de ce four doit être effectuée suivant la manière ordinaire; il suffit de bien apprécier les effets de son allure pour la diriger utilement.

Détails de construction du four. — Toutes ses parois intérieures doivent être dressées et unies aussi parfaitement qu'il est possible ; à cet effet, il est utile d'employer des grandes briques réfractaires préalablement échantillonnées sur épures numérotées, ajustées et mises en place sans mortier. Cinq modèles de briques suffisent pour réaliser ce système de construction simple et parfait.

Les chauffeurs doivent faire la sole seulement avec du bon sable blanc réfractaire lorsque le four a atteint, dans toutes ses parties, le degré de la chaleur soudante, ils l'inclinent, suivant des lignes droites, d'un dixième, des échappements sur l'autel, et de la porte de travail sur le chio, suivant la même proportion d'un dixième.

Ainsi installé au pied de l'autel, le chio *n*, fig. 2, qui a la forme d'une cuvette légèrement inclinée sur le pied-droit du four, dans lequel son échappement est percé, doit contenir le laitier produit par le soudage d'une charge complète de fer. Ce laitier conservant dans cette position une parfaite liquidité, se dégage par l'échappement, qui, légèrement braqué, se débouche et se ferme avec le ringard introduit à cet effet par la porte de travail P, fig. 1 et 2.

CONDUITE DU FOUR.

Tout étant ainsi disposé, les chauffeurs, après avoir introduit le fer dans le four M′, gouvernent le feu de manière à développer la plus haute température ; ils obtiennent ce résultat :

1° En étendant préalablement la houille sur l'avant-foyer où elle s'échauffe et se distille ; l'affinité pour l'oxygène de l'hydrogène carboné, de la vapeur de carbone, des gaz sulfureux et bitumineux, etc., etc., produits de cette lente distillation, dans l'appareil maintenu à la température rouge, loin d'être neutralisée, comme dans la combustion ordinaire, par l'interposition de l'azote et de l'acide carbonique, est ainsi amorcée et surexcitée, autant qu'il est possible; de là, la combustion spontanée et parfaite de ces gaz par les courants d'air verticaux de l'avant-foyer.

2° En poussant successivement sur la grille la houille portée au rouge blanc dans l'avant-foyer, par la combustion préalable de ses gaz; cette combustion concourt ainsi indirectement, et ensuite directement, au développement de ses plus grands et plus utiles effets calorifiques possibles.

3° En facilitant la combustion sur la grille par le travail ordinaire et le décrassage avec le crochet, la pince ou le ringard; ils ouvrent, à cet effet, l'une ou l'autre des portes F ou F′ de l'avant-foyer, ou, plus pratiquement, la petite toquerie *f* établie, pour plus de facilité, entre ces deux portes, lorsqu'il s'agit seulement d'activer le feu.

4° En maintenant, au moyen des registres *t* et *t′*, les conduits T et T′, en communication avec le cendrier et la caisse ou réservoir A′ de l'avant-foyer; l'air alimente alors la combustion, sous la pression maximum de 7 centimètres d'eau.

5° En faisant circuler dans le four, à pleins bords, mais sans pression, sans réaction, comme l'eau dans un biez; les gaz produits de la combustion qui doivent ainsi être commandés par un tirage réglé à volonté, soit par la cheminée N, montée à cet effet, à la hauteur de 27 mètres. Cette cheminée est garnie d'un clapet relié par une petite chaîne en

fer à la vis *v* (fig. 1), munie d'une manette à l'aide de laquelle le chauffeur accélère ou ralentit l'allure du four, suivant les plus justes et les plus imperceptibles proportions, qu'il serait impossible de fixer pratiquement par les moyens mécaniques employés pour manœuvrer les clapets.

Tout étant ainsi disposé, la mise en train ne présente aucune difficulté, le chauffage n'est plus seulement une manœuvre brutale qui accable l'ouvrier et gaspille à la fois le fer et le combustible, c'est un art qui exige plus d'intelligence que de force.

L'expérience de tous les temps, de tous les pays et de tous les jours prouve que les appareils en brique réfractaire, devant soutenir de hautes températures, durent d'autant plus longtemps et fonctionnent d'autant plus utilement qu'ils sont séchés plus lentement et surtout plus parfaitement. Pour observer cette règle trop négligée dans la mise en train du grand four à souder dont il s'agit, il faut le sécher préalablement pendant trente-six heures, en brûlant aussi lentement qu'il est possible une couche d'escarbille couvrant la grille et l'avant-foyer; cette couche étant maintenue à l'épaisseur de 9 à 10 centimètres (le clapet bas), se consume doucement en maintenant la basse température sous laquelle se solidifient les maçonneries et surtout les voussures qu'un coup de feu violent disloquerait.

Le four étant ainsi parfaitement séché et porté à la température du rouge sombre, les chauffeurs commencent le grand feu, et ils font seulement la sole lorsque le four a atteint le degré de la chaleur soudante. Cette opération étant terminée et le fer chargé, il faut diriger l'appareil de manière à faire agir simultanément toutes ses capacités précédemment décrites et que nous devons rappeler ici.

Nous avons bien constaté, en effet, que l'avant-foyer du four soudant, quelle que soit d'ailleurs son installation en avant ou sur les côtés de la grille, n'était pas seulement destiné à brûler les gaz qui se dégagent dans la chauffe sans pouvoir s'y enflammer, mais surtout à régulariser l'allure du feu en portant préalablement la houille au degré de la chaleur rouge; que, par ce moyen, la couche de combustible étant incessamment maintenue à l'état d'incandescence, ne pouvait plus livrer passage à l'air sans l'acidifier; qu'ainsi, loin d'être refroidi et oxydé, le fer atteignait sans réaction la température soudante.

Pour réaliser tous ces avantages, qui se produisent simultanément les uns par les autres, il suffit donc de charger d'abord la houille dans l'avant-foyer qui la distille, la soude et la porte, par la combustion de ses gaz et le calorique rayonnant de la chauffe, au degré de chaleur nécessaire dans le temps, et en quantité suffisante pour alimenter la grille.

Le travail ordinaire avec le ringard, la pince et le crochet, se pratique en ouvrant la petite toquerie *j*, disposée entre les deux portes de l'avant-foyer.

Ces dispositions si faciles étant observées, il ne reste, pour parfaire la mise en train :

1° Qu'à distribuer le vent sous la grille et dans la chambre de l'avant-foyer, en maintenant, dans ces deux appareils, la pression de l'air égale à une colonne d'eau de 6 à 7 centimètres de hauteur;

2° A régler le tirage en fixant, avec la vis v, le clapet de la cheminée à la hauteur justement nécessaire pour tenir à pleins bords dans la chauffe comme dans le four les gaz qui se superposent alors par ordre de densité; la vapeur d'eau, comme nous l'avons dit, suivant la voussure du four, tandis que l'acide carbonique diaphane s'appuie, de son côté, sur la sole comme sur le fer, qui reçoit ainsi directement sans s'oxyder les incessantes réactions du calorique réfléchi par tous les compartiments de l'appareil.

Dans les fours ordinaires, le tirage agissant avec toute son énergie, les chauffeurs appuient justement les portes sur des remparts de houille qui arrêtent l'air, le brûlent et préservent ainsi le métal qu'il oxyderait sans cette précaution.

Dans le four parabolique, au contraire, les gaz équilibrant la pression atmosphérique, cette précaution, loin d'être utile, y serait nuisible, puisque la houille, en se distillant sans brûler, abaisserait assez la température pour accidenter et retarder le chauffage.

Les ouvriers, comme toutes les personnes qui composent les autres classes de la société, sont naturellement portés à passer de l'usage à l'abus; il importe donc de bien constater ici, qu'avec le vent forcé et la houille à discrétion, ils pourraient, par le concours simultané de la grille et de l'avant-foyer, brûler 300 kilog. de houille par heure. Cette parfaite allure qui serait si efficace si elle était possible, n'est malheureusement pas praticable; notre brique réfractaire est généralement si mal traitée qu'elle ne la soutiendrait pas même pendant vingt-quatre heures. Voilà la rigoureuse nécessité dont il faut tenir compte.

Aussi, pour éviter cette imperfection, il faut que le four dont il s'agit ne brûle par heure qu'environ 160 kilog. de houille de bonne qualité moyenne, cette quantité pouvant s'élever du minimum de 150 kilog. au maximum de 200 kilog. suivant que ce combustible est plus ou moins chargé de gangue.

La dépense de la grille étant ainsi réglée, il suffit de la décrasser après avoir passé le fer et rechargé le four. A cet effet, le chauffeur renverse la houille couvrant la sole de l'avant-foyer, du côté droit sur le côté gauche, et réciproquement, soulève les crasses avec la pince et les met hors avec le crochet, pour recommencer le travail précédemment décrit.

Tel est le pouvoir refroidissant de la grille, qu'elle ne se laisse jamais envahir par les gangues liquéfiées; les ouvriers se servant très-rarement du pique-grille, il peut être supprimé, puisque l'expérience a assez prouvé l'efficacité suffisante du travail direct par la toquerie soit avec le crochet, soit avec le ringard.

RÉSUMÉ.

Les parties qui constituent l'appareil dont la description précède agissent simultanément, mais elles ne dépendent pas les unes des autres. Ainsi l'avant-foyer, quel que soit le système de construction du four, facilite la parfaite saturation de toutes les substances qui constituent la houille, tandis que, de son côté, le four parabolique utilise seulement, autant qu'il est possible, le calorique révivifié par la bonne, imparfaite ou mauvaise allure du chauffage : ce qui revient à dire que la combustion mixte est applicable aux fours ordinaires, et que le réverbère parabolique peut être actionné par l'ancienne chauffe.

La brique étant de trop faible qualité, il peut donc être convenable de supprimer l'avant-foyer, sans autre inconvénient qu'une moindre économie de combustible et de fer. Pour réaliser cette modification, il suffit d'abaisser la voussure O d'après la manière ordinaire sur la partie antérieure de la grille ; d'installer, dans le pied-droit O′ de cette voussure, les deux portes F et F′ de l'avant-foyer A, par lesquelles doit toujours s'opérer le décrassage, de rétablir la toquerie ordinaire et d'opérer enfin la suppression de l'avant-foyer, en conservant, conformément au plan dont la description précède, toutes les dimensions de la chauffe et du réverbère.

En visitant récemment avec beaucoup de soin plusieurs grandes usines, nous avons vu fonctionner des fours paraboliques simples installés suivant ces dernières prescriptions ; ils marchaient incessamment depuis trois ans en concurrence avec plusieurs autres fours ordinaires, ce qui a permis de constater parfaitement leurs effets.

En brûlant le même poids de la même houille alimentant les anciens fours actionnés par la même ventilation, chacun chauffait et passait quatre paquets de rails, tandis que ces mêmes anciens fours en passaient trois dans le même temps. La différence des déchets en faveur du four parabolique variait entre 1 et 2 0/0 ; la grille de ce four n'avait pas été changée ; cette grille ne présentait aucuns signes d'échauffement, aucunes traces d'altérations.

Voilà ce qui explique mieux que toutes les descriptions possibles les effets de chaleur dus seulement aux réactions, par rayonnement, du fluide calorifique, puisque en effet le four marchait sans son avant-foyer. N'ayant pas vu fonctionner ce dernier compartiment de l'appareil dont il s'agit, nous l'avons seulement apprécié rationnellement.

Un four à souder ordinaire consomme, en 24 heures, 4,368 kilogrammes de houille pour 15,000 kilogrammes de fer.

Un four parabolique, avec la même quantité de houille, produit 20,000 kilogrammes de fer dans le même temps.

MATÉRIEL DE CHEMINS DE FER

WAGON DE NOUVELLE CONSTRUCTION

POUR LE TRANSPORT DE LA HOUILLE

EMPLOYÉ SUR LE CHEMIN DE FER DE PARIS A LYON

(PLANCHE 15)

Nous avons déjà publié dans ce Recueil deux systèmes de wagons de transport; le premier (VIIIe vol.) a été exécuté sur les plans de M. Desgranges, ingénieur, et a été appliqué par la Compagnie du Nord sur la ligne d'Amiens à Boulogne pour le transport des chevaux; le second (X^e vol.) est un wagon mixte servant à la fois au petit factage et au transport des employés, douaniers, etc.

Ce dernier, en dehors de sa construction particulière, se distingue, comme on doit se le rappeler, par l'application d'un *frein à contre-poids*, de l'invention de M. Bricogne, ingénieur, inspecteur principal à Paris du matériel de la ligne du Nord.

En rappelant ce système de frein, qui s'applique également, comme nous l'avons dit, aux wagons pour le transport de la houille, nous sommes bien aise de faire connaître un perfectionnement notable que M. Bricogne vient d'apporter dans la communication de mouvement du *poids mobile.*

Ce poids, dans la disposition qui a été représentée sur la gravure, communique avec la tringle à manivelle des freins de sûreté disposés sur les wagons, et il opère de telle sorte qu'au repos il est maintenu soulevé, tandis que lorsqu'on le rend libre, il remplace par la puissance qu'il développe dans sa chute la force musculaire de l'homme.

Or, on a vu dans la description primitive que nous avons donnée, que, pour relier ce poids à la tringle qui porte le volant à manivelle, on a employé une combinaison de roues d'angle qui transmettent le mouvement

à deux pignons droits, engrenant avec une portion du poids denté ou crémaillère.

C'est cette combinaison que M. Bricogne vient de simplifier en supprimant complétement les engrenages.

Maintenant, la partie inférieure de la tringle verticale est *filetée* avec un pas de vis très-allongé; elle se visse dans le poids mobile, qui devient alors un véritable *écrou*, montant ou descendant à volonté, sur toute la hauteur nécessaire pour produire la chute convenable. Et, comme il se relie par sa partie inférieure avec l'extrémité du levier monté sur l'axe des freins, il transmet naturellement son action à ceux-ci d'une manière tout à fait directe et instantanée.

Cette dernière disposition proposée par M. Bricogne et adoptée par la Compagnie, est surtout très-avantageuse lorsqu'il est possible d'appliquer une grande longueur de levier, parce que alors on peut réduire sensiblement les dimensions du poids mobile proprement dit, ce qu'il est facile de faire pour l'application de ce système aux wagons à houille dont nous nous occupons exclusivement dans cet article.

Nous devons à l'obligeance de M. Delpech, ingénieur du matériel et directeur à Paris des ateliers du chemin de fer de Lyon, la communication de quelques-uns des intéressants travaux qu'il a fait exécuter sous son habile direction.

Ainsi, nous préparons, pour les publier prochainement, les plans de la nouvelle gare de Bercy et les dessins d'une belle machine à vapeur à deux cylindres inclinés, parfaitement construite et d'une disposition très-heureuse. Cette machine fonctionne dans les ateliers de Paris, et met en mouvement les nombreux outils qu'ils renferment.

Le nouveau modèle de wagon à houille que M. Delpech nous a communiqué, et qui est représenté sur la pl. 15, se distingue :

1° Par son mode de construction;

2° Par la disposition des portes et de leurs fermetures;

3° Par l'application de fers à T sur tous les montants verticaux, ainsi que celle de bandes de tôles qui recouvrent les épaisseurs des côtés de la caisse.

Ce n'est pas que l'emploi du fer et de la tôle dans la construction des wagons soit nouvelle; déjà, en Angleterre, la tôle rivée fut appliquée à la construction des châssis, mais, comme le constate le rapport de M. Couche au jury de l'Exposition universelle de 1855, les résultats furent médiocres; ce n'est plus, en cas de choc, une rupture partielle, une avarie locale à réparer, c'est tout le système qui se fausse, se déforme, et qu'il faut rectifier dans toutes ses parties. Telle a été, par exemple, le résultat de l'expérience faite par la compagnie du chemin de fer de Greenwich, qui est revenue à l'emploi exclusif des châssis en bois, après avoir tenté de lui substituer la tôle.

MM. Nepveu et Ce, constructeurs à Paris, ne se sont pas laissé arrêter

par ces résultats peu satisfaisants; ils avaient envoyé à l'Exposition de 1855, comme on a pu le remarquer, un wagon à hausses pour marchandises avec châssis en fer.

La disposition de ce châssis paraît bien entendue, et l'expérience lui était déjà favorable, à en juger par un wagon semblable qui, à l'époque de l'Exposition, circulait depuis dix-huit mois sur le chemin d'Orléans avec des chargements de 10 tonnes.

Ce châssis est formé de barres à double T, assemblées par des cornières et des goussets en tôle rivés; des entretoises semblables, liées de la même manière aux longerons, reçoivent les glissières et les extrémités des ressorts de traction; les pistons des chaînes de sûreté traversent les entretoises et relient tout le système.

Les tampons de choc et les plaques de garde sont boulonnées avec interposition de coussinets en bois.

Le poids du châssis en fer est le même que celui d'un châssis en bois convenablement établi; mais il est permis de compter sur un service beaucoup plus prolongé. D'ailleurs, grâce à l'emploi des fers ordinaires du commerce et à la simplicité des assemblages, il y a, même à poids égal, une légère économie en faveur du châssis en fer.

Il semble cependant qu'une combinaison judicieuse du bois et du fer aurait des chances de succès et que l'on pourrait ainsi profiter des qualités inhérentes à chacune des deux matières. C'est ce qui a fixé l'attention de M. Delpech, en faisant construire le modèle de wagon à houille représenté par notre dessin pl. 15.

Avant de donner la description détaillée de ce wagon, et pour faire ressortir plus aisément la bonne exécution de son ensemble et de ses détails, nous allons entrer dans quelques considérations sur les wagons à houille en général, nous aidant pour ce travail de l'intéressant rapport de M. Couche, ingénieur en chef des mines, chargé des travaux au chemin du Nord.

« Ce n'est pas seulement sous le rapport de la résistance que les wagons à marchandises doivent être étudiés, c'est aussi au point de vue des détails de leur aménagement. Sans doute, l'expérience s'est prononcée sans retour contre la multiplicité des wagons spéciaux ; la prétention d'affecter, à chaque nature de transport, pour ainsi dire, une forme de véhicule déterminée, n'entraînerait pas seulement de grandes dépenses; elle n'aboutirait, en somme, bien souvent qu'à mettre en œuvre, faute de wagons spéciaux disponibles, des véhicules appartenant à d'autres catégories, et, par cela même, fort peu appropriés à la nature des transports à effectuer.

« Il faut, autant que possible, n'admettre qu'un nombre très-restreint de types, dont chacun convienne, à un degré suffisant, à plusieurs natures de transports, au lieu de convenir plus complétement à une seule.

« Trois types : plates-formes, wagons à hausses d'un mètre, wagons fermés, suffisent en général, pour la grande masse du trafic; mais il n'en est

pas moins nécessaire de spécialiser, soit une fraction, soit même quelquefois une grande partie du matériel; tels sont, surtout, les wagons à houille. On a longuement discuté sur leur établissement, mais aucune règle générale n'est sortie de cette discussion, et cela par la raison toute simple que la forme de ces wagons doit être appropriée à la nature très-variable des charbons, à leur état de division, à leur fragilité, et aux conditions extérieures du mode de déchargement.

« Il faut d'ailleurs, tout en satisfaisant aux conditions particulières du transport des charbons, s'attacher à conserver au wagon une aptitude plus générale, si ce n'est sur les lignes affectées uniquement au service des mines.

« La tendance actuelle paraît effectivement se résumer ainsi : exclusion assez générale des caisses pyramidales si longtemps usitées; préférence attribuée au wagon à hausses verticales, avec trappes dans le plancher et portes dans les bords latéraux ; et, en effet, outre l'avantage de se prêter au déchargement, soit sur estacade, soit à quai, cette forme a la propriété de remplir les fonctions du wagon à hausses ordinaires, et de convenir ainsi à des transports variés.

« En pareille matière, aucun détail n'est indifférent; la disposition des trappes, par exemple, l'établissement de leurs charnières tantôt transversales à la voie, comme dans le matériel de Saarbrücke, tantôt longitudinales, et surtout leur mode de fermeture n'intéressent pas seulement l'économie; là, comme dans la plupart des questions qui se rattachent à l'exploitation technique des chemins de fer, la sécurité des voyageurs est en jeu d'une manière plus ou moins directe, car elle pourrait évidemment être compromise par l'ouverture spontanée d'une trappe de wagon à houille et la chute de son chargement sur la voie. »

Quoique n'ayant pas adopté le système des trappes, une grande partie de ces considérations semble avoir guidé M. Delpech dans la construction du nouveau modèle de wagon à houille dont nous allons donner la description détaillée.

DESCRIPTION DU WAGON A HOUILLE REPRÉSENTÉ SUR LES FIG. 1 A 4 DE LA PL. 15.

La fig. 1 est une projection verticale et longitudinale du wagon vu en section jusqu'à la ligne 1-2, et extérieurement depuis cette ligne jusqu'à l'extrémité de droite.

La fig. 2 en est un plan horizontal, le côté gauche montre la disposition du châssis, et celui de droite, la caisse vue partie en coupe et partie extérieurement.

La fig. 3 représente le wagon en élévation et regardé par l'une de ses extrémités.

La fig. 4 est une section transversale faite suivant la ligne brisée 3-4-5-6 du plan.

Fig. 5 à 11, détails des principaux assemblages et des fermetures.

Disposition des chassis. — La construction du châssis ne diffère pas sensiblement des wagons ordinaires employés sur le chemin de fer de Lyon : ce sont les mêmes roues, les mêmes essieux, ressorts de suspension et de traction, boîtes à graisse, etc.

Les quatre grandes poutrelles en chêne ou croix de saint-andré A, qui traversent diagonalement le châssis rectangulaire B, sont assemblées au milieu à mi-bois et réunies, au moyen de quatre boulons, à deux pièces de bois C, partagées par la traverse D.

Les extrémités de ces quatre poutrelles sont reliées avec les brancards et les traverses de tête D′, par huit équerres doubles en fer *a* (fig. 2).

En dehors des traverses de tête, les brancards forment tampons. A cet effet, ils sont renforcés par une forte épaisseur de bois recouverte d'une plaque de tôle. Deux de ces plaques *b* sont plates, et les deux autres *b′* sont bombées ; et elles sont disposées inversement, de façon que les plaques plates des wagons correspondants à l'arrière et à l'avant, viennent s'appliquer sur celles bombées du wagon intermédiaire. Cette simple disposition suffit pour laisser le jeu nécessaire et permettre aisément le mouvement des articulations dans les courbes.

Des crochets de service *c*, forgés avec un empattement rectangulaire, sont fixés par deux boulons sur le côté extérieur des tampons ; ils servent à attacher des cordes pour opérer la traction à bras d'hommes dans les gares et dans les mines.

Les deux crochets de traction proprement dits *d*, garnis de leurs chaînes, sont réunis, comme à l'ordinaire, aux ressorts R, et les quatre crochets d'attelage *e*, munis des chaînes de sûreté *e′*, sont reliés aux traverses de tête D′ et aux premières traverses intermédiaires D^2 du châssis (fig. 2).

Les ressorts de suspension R′ sont retenus au milieu, par des brides, sur les boîtes à graisse E, et leurs extrémités sont engagées dans des chapes *f*, fixées en dessous des brancards. Les plaques de garde F sont boulonnées à l'intérieur de ces brancards, et la rigidité de l'ensemble est obtenue au moyen des boulons G, disposés à peu près dans les mêmes conditions que ceux des wagons ordinaires à marchandises.

Quatorze consoles H et H′ sont fixées sur les faces extérieures des deux brancards, vis-à-vis des traverses par quarante-huit harpons en fer *g* (fig. 2), réunis deux à deux à chaque côté des traverses par deux boulons.

Sur la face de ces consoles, à l'exception pourtant de celles du milieu, sont boulonnés des fers à T qui font partie intégrante de la caisse du wagon, laquelle se trouve ainsi réunie solidement au châssis.

Frein a main. — Les freins appliqués aux wagons de transport sont généralement très-simples. Il doit en être ainsi puisqu'ils ne sont appelés qu'à fonctionner à la main dans les gares, pour régler la descente des rampes de chacun d'eux en particulier, ils n'ont donc besoin que d'une puissance relativement très-faible; aussi, celui que M. Delpech a fait appliquer sur le wagon à houille que nous représentons sur la pl. 15,

n'agit que d'un seul côté sur deux roues seulement, au moyen d'un levier à main L, qui n'a pas moins de 3ᵐ250 de longueur.

Ce levier est monté sur le bout d'un petit arbre qui traverse un support en fonte à douille I, et dont le bout opposé est muni d'un petit levier *l* (fig. 2), qui est, avec le premier, L, dans un rapport d'environ 1 à 12.

L'extrémité du petit levier *l* est reliée avec une chape en fer *i*, au milieu de laquelle viennent s'attacher, au moyen d'un boulon, les deux bielles en fer méplat J. Des trous à différentes hauteurs sont pratiqués dans la chape, ainsi qu'aux extrémités des bielles, de façon à pouvoir régler au besoin, pour le montage ou en cas d'usure des sabots, la longueur des bielles et leur centre de mouvement.

Les bielles J sont reliées aux deux sabots en fonte K, qui agissent directement sur les roues. Ces sabots sont suspendus aux traverses du châssis par quatre tringles méplates, reliées chacune par un boulon d'articulation aux supports en fonte *j*, boulonnés sur les faces internes des traverses.

Pour tenir les sabots suspendus et ensuite les maintenir en pression, une crémaillère M est fixée sur l'un des fers à T. La dent supérieure *m* (fig. 3 et 4) de cette crémaillère reçoit le levier L, et, dans la disposition indiquée fig. 1, celui-ci soutient les sabots, pour qu'ils n'agissent pas, en les maintenant un peu éloignés de la circonférence des bandages des roues. Quand au contraire on dégage le levier de cette dent *m*, et que le conducteur qui dirige le wagon l'engage dans les dents inférieures *m'*, tournées en sens inverse de celle *m*, il rapproche les sabots des roues de façon à exercer une friction qui sera naturellement d'autant plus considérable, que le levier sera engagé dans les dents les plus rapprochées de la partie inférieure de la crémaillère.

CONSTRUCTION DE LA CAISSE. — La caisse est, comme nous l'avons dit, la partie la plus intéressante de ce wagon, par suite de l'application des fers à T, des cornières et des clefs en fer. Aussi, pour que l'attention se porte sur cette nouvelle construction, nous avons seulement ombré les parties en métal de la caisse, et détaillé les assemblages principaux.

Le plancher P de cette caisse est composé de douze planches de chêne de 50 millimètres d'épaisseur, reliées entre elles par des fers feuillard de 3 millimètres d'épaisseur sur 35 millim. de largeur. Ce plancher repose sur le châssis B, qu'il désaffleure de la saillie des consoles en fonte H, sur laquelle il s'appuie.

Les montants verticaux sont composés chacun de quatre planches (les deux du haut en sapin et celles du bas en chêne) jointes ensemble par des fers feuillard semblables à ceux qui réunissent le plancher.

Les quatre angles de cette caisse sont garnis extérieurement de cornières *n*, de 7 millimètres d'épaisseur, encastrées dans les planches des montants (fig. 2 et 5), et intérieurement de clefs en tôle *n'*, de 3 millimètres d'épaisseur. Ces quatre pieds sont réunis au châssis par les fers à T *o*, assemblés chacun avec sa cornière correspondante par six rivets et

par cinq boulons avec la clef d'angle *n'* (fig. 5). Les fers à T intermédiaires *o'*, ainsi que ceux O des deux panneaux extrêmes de la caisse, sont reliés à celle-ci par des boulons à tête arrondie et forgée avec un ergot. Ces boulons traversent l'épaisseur des planches et des clefs en fer méplat *p* (fig. 2 et 6), de 3 millimètres d'épaisseur sur 90 millimètres de largeur, qui sont rapportées à l'intérieur de la caisse.

Le pourtour supérieur est garni de cornières *q* recouvrant le dessus des planches, et descendant de 60 millimètres; elles sont encastrées de leur épaisseur, qui est de 7 millimètres, dans le bois.

Les portes sont composées chacune de deux battants S et S' en planches de chêne, placées à 45°, et encadrées de fers d'angle.

Les consoles des pieds d'entrée des portes sont munies, en outre des fers à T, de cornières *t* (fig. 2 et 7) qui s'élèvent verticalement et s'appliquent sur l'épaisseur des planches qui terminent les ouvertures des portes. Le plancher est lui-même garni, sur son épaisseur, entre les deux pieds d'entrée, d'une cornière *t'*, ainsi que chacun des battants sur leurs quatre côtés, comme on peut s'en rendre compte à l'aide des détails fig. 8, 9 et 11.

La nervure saillante des fers à T des pieds d'entrée reçoivent les charnières mâles *s*, qui sont composées de deux bouts réunis et terminés par une fourche méplate, qui est introduite à cheval sur la nervure et fixée par des rivets (fig. 1 et 11).

Les charnières femelles *s'* sont forgées avec un patin servant à les fixer sur les cornières qui entourent les battants; elles sont introduites entre les deux boucles des charnières mâles et réunies à celles-ci par des chevilles.

Les deux battants fermés laissent entre eux un espace vide de 6 millimètres, recouvert par une plaque de fer *u* (fig. 2 et 8), de 6 centimètres de largeur, appartenant à l'un des battants, et munie de la fermeture inférieure.

Cette fermeture se compose d'une tige en fer rond *r* (fig. 1, 4, 9 et 10), terminée par un crochet et forgée avec une fourche, dans laquelle s'assemble, à articulation, la poignée à main *r'*. Un piton d'arrêt *u'*, forgé avec une bride, est fixé par deux boulons sur la console H', du milieu des portes.

Quand la poignée *r'* est dans la position indiquée fig. 1, la porte est fermée, et dans ce cas le crochet entoure la demi-circonférence du piton comme l'indique la fig. 10. Dans le cas contraire, c'est-à-dire pour ouvrir, il suffit de soulever la poignée afin de la retirer du support ou gâche *v*, et, par son intermédiaire, de faire tourner la tige *r* d'un quart de tour environ pour dégager le crochet du piton d'arrêt *u'*.

Les fermetures supérieures sont aussi simples. Une barre de fer V, terminée à l'une de ses extrémités par un œil, est engagée dans l'anneau d'une pièce méplate *x*, fixée sur le cadre d'un des battants. L'extrémité opposée de cette barre est munie d'une manette et d'une ouverture fraisée

demi-circulaire, de façon à laisser un espace libre pour le passage d'une tige filetée v' (fig. 12) terminée par une poignée.

Quand la porte est fermée, la barre du haut est placée horizontalement, comme l'indique la fig. 1, et la tige filetée v la maintient serrée solidement contre le battant au moyen de l'écrou x' fixé sur celui-ci.

Pour ouvrir, il suffit de faire tourner la poignée v'; on desserre alors la vis, ce qui permet de soulever la barre et de l'abandonner à elle-même; elle reste suspendue à l'anneau de la pièce x (comme l'indique le tracé en lignes ponctuées fig. 1), et rien ne s'oppose plus à l'ouverture de la porte, si l'espèce d'espagnolette qui compose la fermeture du bas est dégagée de son piton d'arrêt.

Nous allons compléter cette description en donnant le prix total du wagon, la nomenclature et le poids de toutes les pièces qui le composent.

La Compagnie du chemin de fer de Lyon a fait construire 400 wagons semblables à celui que nous venons de décrire : 200 par MM. Guillot et Em. Janin de Paris, et 200 par MM. Frossard et Ce de Lyon.

Chaque wagon, sans les essieux, les roues, les boîtes à graisse et les ressorts de suspension, est payé par la Compagnie.	1,800 fr.
Les quatre boîtes à graisse à 26 fr. 50 l'une.	106
Chaque ressort de suspension pèse $47^k 630 \times 4 = 190^k 520$, à 115 fr. les 100 kilog.	210
Chaque paire de roues avec son essieu pèse 700 kil. $\times 2 =$ $1,400^k$ à 66 fr. les 100 kil.	924
Prix total d'un wagon.	3,040 fr.

POIDS D'UN WAGON A HOUILLE

CHASSIS.

	kil.
Bois en chêne employé sans le fond, 1^m.c.^155, après le travail, pèse.	840.600

FERRURES.

		kil.
2	plaques de tampons plats.	12 »
2	*id.* *id.* bombés	12.500
8	harpons des traverses de tête et des brancards	8.105
40	*id.* intermédiaires aux brancards.	44.200
8	équerres doubles.	28 »
4	crochets d'attelage.	6.050
2	pattes de la cornière du plancher à l'endroit des portes.	0.570
4	plaques de garde.	99.500
2	entretoises de plaque de garde.	63 »
2	crochets de traction.	53.500
	A reporter.	327.425

		kil.
	Report	327.425
4 crochets de service		5 »
2 brides de traction		11.300
2 clavettes *id.*		0.880
2 cales *id.*		2.600
4 chaînes de sûreté		45.500
8 rondelles de pitons de chaînes		1.700
2 chaînes de traction		14.400
2 chapes de chaînes		8.200
2 clavettes de boulons de chape		0.185
8 brides de suspension		10.300
8 Dessus de brides		2.500
2 goujons de chapes de chaînes de traction		2.095
Boulons du châssis		72.980
2 plaques, 1 de constructeur et 1 de série		1 »
Accessoires : vis, tire-fonds, rondelles, clavettes, etc.		20 »
	Poids des ferrures	526.065

FONTES.

		kil.
4 consoles des pieds d'entrée		57.300
2 *id.* du milieu des portes		18.360
4 *id.* des pieds corniers		62.100
4 *id.* *id.* intermédiaires		55.500
8 sellettes de suspension		44.600
2 guides de la tige de traction		3.700
2 *id.* de ressorts de traction		12.600
4 sellettes *id.* *id.*		8.500
4 plaques de chaînes de sûreté		2.780
	Poids des fontes	265.440

		kil.
4 ressorts de suspension	47.630 × 4 =	190.520
2 *id.* de traction	39.150 × 2 =	78.300
4 roues et 2 essieux; chaque paire	700k × 2 =	1400
4 boîtes à graisse	26.500 × 4 =	106
	Total	1774.820

FREIN A MAIN.

FERRURES.

		kil.
1 grand levier		41 »
1 arbre		16
	A reporter	57 »

	kil.
Report.	57 »
1 goupille du grand levier	0.320
1 chappe	3.350
2 bielles	18 »
2 boulons des bielles et de la chape	1.350
4 porte-sabots	19 »
2 broches de porte-sabots	3,050
2 boulons d'articulation des sabots	3 »
4 clavettes de broches	0.210
2 clavettes de goujons d'articulation	0.268
1 crémaillère	6,385
1 bride de retenue	3.800
1 goujon et un boulon du frein	12.310
Total des ferrures	128.043

FONTES.

	kil.
2 supports de porte-sabots	26 »
2 sabots	57.200
1 support de l'arbre	17.200
Total des fontes	100.400

CAISSE.

	kil.
Chêne pour le fond et les panneaux de pourtour, 0m.c. 958.	725.300
Sapin pour partie du pourtour supérieur, soit : 0m.c. 210.	68.100
Total de la caisse	793.400

FERRURES.

	kil.
4 charnières mâles du haut des portes	12.400
4 *id.* *id.* du bas	7 »
8 charnières femelles	9.300
8 chevilles de charnières	3.300
2 barres de fermeture du haut des portes	7.400
2 poignées de fermeture avec écrou et goupille	1.500
2 fermetures du bas des portes	6.700
2 gâches de la fermeture du bas	0.810
2 pitons d'arrêt de la fermeture du bas	1.860
2 recouvrements pour la fermeture du bas	6 300
Boulons de la caisse	19.410
Rivets *id.*	5.275
Accessoires : vis, pointes, goupilles, etc.	10 »
Total des ferrures	91.255

FERS A T. — FERS FEUILLARD. — CORNIÈRES ET CLEFS.

	kil.
15 bouts fers à T de $1^{m}06$ pour pieds montants......	160 »
1 *id.* $1^{m}245$ pour crémaillère du frein. . .	13.500
4 bouts fer cornière des pieds d'entrée de 60/40, $1^{m}060$. .	18 »
4 *id.* pour cadre des portes de 60/40, $3^{m}380$.	54 »
2 *id.* pourtour supérieur de 60/40, $3^{m}460$..	30 »
2 *id.* pourtour supérieur de 60/40, $2^{m}685$..	22 »
2 *id.* bordure de plancher de 50/50, $1^{m}850$.	15.500
4 *id.* pieds corniers de 70/47, $0^{m}740$. . . .	20.750
4 bouts tôle de 97/3 de $0^{m}745$, pour clef intérieure des pieds corniers.....................	7.500
12 bouts tôle de 90/3 de $0^{m}745$, pour clef intérieure des montants.........................	20 »
10 bouts de $5^{m}40$ fers feuillard de 35/3, pour joints de plancher et pourtour...................	46.750
6 bouts de $2^{m}32$ fers feuillard de 35/3 pour *id.*	12 »
12 *id.* $1^{m}80$ *id.* *id.* *id.*	48.500
4 *id.* $1^{m}04$ *id.* *id.* *id.*	4 »
8 *id.* $0^{m}70$ *id.* *id.* *id.*	5 »
8 *id.* $0^{m}34$ *id.* *id.* *id.*	2.50
Total................	480.000

RÉCAPITULATION.

	kil.
Ferrures du châssis et de la caisse et du frein......	745.363
Fonte *id.* *id.* *id.*	365.840
Bois *id.* *id.* *id.*	1634.000
Fers à T, cornières et feuillard.............	480.000
Ressorts, roues, essieux, boîtes à graisse.......	1774.820
Poids total du wagon.......	5000.023

GRANDE CARDE CIRCULAIRE

POUR

LES ÉTOUPES DE LIN ET DE CHANVRE

CONSTRUITE

Par MM. WINDSOR frères

MÉCANICIENS A LILLE (NORD)

(PLANCHES 16 ET 17)

On sait que les étoupes qui proviennent du peignage des lins ou des chanvres sont traitées à part et d'une manière différente des filasses ou longs brins. Ainsi, pour les rendre propres à être filées, il faut d'abord les soumettre à un cardage préalable qui, en les démêlant, redresse les filaments, les couche les uns à côté des autres, et en forme des rubans ou des nappes, comme on le fait pour le coton et pour certaines natures de laines connues généralement sous le nom de laines cardées. Seulement, le cardage des matières fibrilaires exige une bien plus grande puissance dans les dents des cardes; elles doivent être beaucoup plus fortes fixées sur des cuirs plus épais et aiguisées comme des dents de peignes.

Pendant longtemps on a cardé les étoupes de lin et de chanvre sur des petites cardes semblables à celles que nous avons publiées dans le tome III de ce Recueil. Avec ce système, il faut alors, comme nous l'avons dit, faire passer les étoupes à deux cardes successives, à la *briseuse* et à la *finisseuse*, pour obtenir un cardage convenable. La première sert à briser les filaments trop longs, à enlever les nœuds, à corriger l'inégalité des brins; et la seconde, dont les garnitures sont plus fines et plus serrées, termine l'opération, en établissant le parallélisme des filaments.

Mais, depuis plusieurs années, M. Lawson, l'habile mécanicien anglais, qui s'est particulièrement occupé des machines à peigner, carder et préparer le lin, où il a su apporter des innovations importantes, a proposé des cardes de grandes dimensions qui permettent d'appliquer le double

de cylindres travailleurs et de cylindres débourreurs, c'est-à-dire six au lieu de trois, et, par suite, d'effectuer en certains cas toutes les opérations de cardage avec une seule machine, en faisant plus d'ouvrage dans le même temps donné.

Les constructeurs français ont également adopté ce système ; nous citerons, en particulier, MM. Schlumberger, de Guebwiller, et Windsor frères, de Lille, qui se sont acquis une réputation méritée dans ce genre de constructions. Ces grandes cardes diffèrent des anciennes, non-seulement par le plus grand diamètre donné au tambour et par la plus grande quantité de cylindres, mais encore par la disposition particulière de ceux-ci et par l'arrangement général de toutes les parties de l'appareil.

Ainsi, les cylindres fournisseurs ou alimentaires sont placés avec la table ou toile sans fin sur laquelle les étoupes sont étalées, du même côté que les entonnoirs et les rouleaux d'appel, par lesquels sortent les rubans cardés, ce qui présente l'avantage qu'une seule femme peut parfaitement suffire au service de la machine, soit pour l'alimenter soit pour placer les pots qui reçoivent les rubans.

En outre, les doffers, comme les séries de rouleaux d'appel, sont au nombre de trois au lieu de deux, ce qui permet d'obtenir trois rubans à la fois.

On comprend que, dans ces conditions, de telles cardes sont d'un prix beaucoup plus élevé que les premières ; mais, il faut le reconnaître, elles sont aussi d'un meilleur service, par la régularité et la quantité de travail qu'elles produisent, comme pour l'économie de main-d'œuvre qu'elles procurent. Elles fonctionnent, en outre, avec une précision remarquable, sans chocs, sans bruit, comme une véritable machine d'horlogerie, au point que dans l'atelier même où elles sont en activité, il faut les regarder pour s'assurer qu'elles travaillent.

M. Brière, qui a toujours l'obligeance de nous communiquer ses observations pratiques sur la filature du lin et du chanvre, nous a mis à même de dessiner, avec tous leurs détails, les belles cardes de Saint-Martin-lez-Riom, construites par M. Fairbairn, de Leeds, et MM. Windsor, de Moulins-lez-Lille, ainsi que les autres machines perfectionnées que nous avons vues fonctionner dans cet établissement. Nous sommes heureux de les faire connaître, persuadé qu'elles seront vues avec beaucoup d'intérêt.

Nous avons admiré leur bonne exécution, qui mérite d'être signalée. Elles sont entièrement construites en fer et en fonte. Tous les cylindres, comme le gros tambour sont fondus chacun d'une seule pièce et à une faible épaisseur et rapportés sur des arcs en fer forgé. Les bâtis, également en fonte, sont réunis par des entretoises, et tous les engrenages sont renfermés dans des joues latérales qui les garantissent autant que possible de la poussière et des fibres légères d'étoupes.

DESCRIPTION DE LA GRANDE CARDE A GROSSES ÉTOUPES, REPRÉSENTÉE SUR LES FIG. DES PL. 16 ET 17.

La fig. 1 du dessin pl. 16 représente une vue de face de la carde, du côté de la table d'alimentation et des rouleaux d'appel par lesquels s'effectue la sortie des rubans.

La fig. 2 est une élévation latérale du côté des engrenages de commande des cylindres travailleurs, des alimentaires et des doffers ou cylindres déchargeurs.

La fig. 3 montre un détail, en section verticale, de l'un des supports à vis qui portent les axes des débourreurs.

La fig. 4 du dessin, pl. 17, représente une seconde élévation latérale opposée à la précédente, c'est-à-dire du côté des poulies qui commandent les débourreurs et les peignes.

La fig. 5 est une coupe verticale, faite vers le milieu de la carde et perpendiculaire à l'axe du gros tambour et des autres cylindres.

La fig. 6 donne, également en coupe verticale, un fragment de l'un des doffers ou cylindres de décharge.

La fig. 7 est un tracé de la disposition adoptée pour les premiers cylindres débourreurs et travailleurs placés sous le gros tambour à la suite des alimentaires, lorsqu'il s'agit du cardage des grosses étoupes.

La fig. 8 montre un tracé analogue de la disposition qui doit être préférée pour le cardage des étoupes fines.

On peut aisément reconnaître par ces figures que la machine se compose des organes essentiels suivants :

1° D'une table et d'une toile sans fin, à trois séparations pour amener les étoupes aux cylindres fournisseurs ou alimentaires;

2° D'un gros tambour en fonte, garni de rubans de cardes sur toute sa superficie extérieure et entouré, sur plus de la moitié de sa circonférence, de six séries ou couples de cylindres travailleurs et de cylindres débourreurs ;

3° De trois cylindres de décharge ou doffers, accompagnés de brosses circulaires et de peignes pour détacher les matières cardées du gros tambour;

4° De deux séries de trois paires de cylindres d'appel de pression, pour recevoir les rubans et les conduire au dehors de la machine. Ce sont ces diverses parties essentielles que nous allons décrire successivement.

De la table et des cylindres d'alimentation. — Comme dans les métiers ordinaires, cette carde est munie d'une table horizontale A qui se trouve à environ 0m650 au-dessus du sol, hauteur convenable pour que les jeunes ouvrières, chargées de la conduite de la machine, puissent étendre facilement les poignées d'étoupe qui ont été préalablement pesées. Cette table est fixée sur des tasseaux en bois, rapportés au côté intérieur des bâtis B de fonte, lesquels sont précédés des pieds ou montants verticaux C,

afin de lui donner toute la solidité désirable. Elle sert de soutien à la toile sans fin *b*, sur laquelle l'ouvrière étale ses étoupes aussi régulièrement que possible.

L'appareil devant produire trois rubans à la fois sur chaque doffer, la toile est réellement divisée en trois parties égales séparées par des joues verticales en bois *b'*, qui sont solidaires avec la table, de sorte que l'ouvrière couche trois poignées distinctes, l'une sur celle du milieu, et chacune des deux autres sur celle des côtés.

L'étalage de ces trois couches de matières se fait très-rapidement sur chaque toile sans fin, lesquelles sont divisées en 4, 5 ou 6 parties égales au moyen d'une marque de couleur qui détermine chaque séparation sur laquelle l'ouvrière étend, aussi régulièrement que possible, une pesée de matière faite préalablement sur un plateau de balance placé à cet effet près de la carde.

De cette façon, chaque division de la toile étant égale en étendue et contenant une pesée de matière toujours uniforme, les rubans d'étoupes fournis par les cylindres débiteurs de la machine sont réguliers en grosseur.

Les toiles sans fin passent sur des rouleaux parallèles en bois *c*, *c'*, traversés par des axes en fer et supportés aux deux extrémités de la table; l'un d'eux, celui *c'*, qui est le plus rapproché des cylindres alimentaires, reçoit un mouvement de rotation qui est justement proportionné à celui imprimé à ces cylindres, afin de leur fournir constamment la matière textile qu'ils doivent distribuer. On verra plus loin comment ces mouvements sont donnés et transmis par une série de roues dentées qui, en définitive, sont mises en communication entre elles et avec l'axe du gros tambour qui commande tout le système.

Les deux cylindres fournisseurs ou alimentaires *d*, *d'* (fig. 5) sont en fer, tournés sur toute leur longueur, et enveloppés chacun d'un ruban de carde, dont les dents ne se touchent pas, mais sont inclinés en sens contraire.

En tournant dans le sens indiqué par les flèches, ces cylindres s'emparent de la matière filamenteuse qui leur est amenée par les toiles sans fin, et la présentent à la circonférence du grand tambour D, qui est garni également, sur toute son étendue, d'un ruban de carde à dents obliques et serrées, dont la grosseur est en rapport avec les étoupes mêmes à carder.

DU GROS TAMBOUR, DES TRAVAILLEURS ET DÉBOURREURS.

Le tambour D, qui est l'organe principal de tout l'appareil, se compose d'un grand cylindre de fonte mince, tourné avec soin pour ne pas avoir de faux-lourd et fermé à chaque extrémité par des parois en tôle D', que l'on peut enlever au besoin, et qui empêche la ventilation artificielle que rmeraient ses bras dans leur mouvement de rotation continu et très-
fo

rapide qu'il reçoit. Par les dents obliques et également espacées dont il est couvert, il s'empare des filaments que lui apportent les cylindres alimentaires dont l'un, celui de dessous, présente les pointes de ses dents à celles du gros tambour en lui délivrant la matière, de façon à opérer un premier peignage en travaillant, divisant et partageant les fibriles avant de les transmettre au travail successif des six séries de peigneurs établis sur la circonférence du gros tambour D.

Pour dégager le fournisseur *d'* des étoupes que le gros tambour laisse échapper, on a disposé un cylindre E, garni de dents tournant dans le même sens que le fournisseur, mais agissant avec les pointes de ses dents sur le dos de celles de ce dernier, afin de s'emparer des étoupes qu'elles retiennent et les transmettre au gros tambour.

Après cette première opération *de cardage à l'alimentation*, opération spéciale aux matières fibrilaires, le gros tambour transporte les étoupes dont il est chargé au premier travailleur F, lequel, comme les travailleurs successifs, présente les pointes de ses dents à celles des dents du gros tambour afin de s'emparer d'une partie de la matière dont il est chargé, pour la retenir d'abord, et la soumettre ensuite à son action.

Ce gros tambour est, comme on voit, l'âme de la machine; il fait l'office d'un peigne énergique, au moyen des dents dont il est armé sur toute sa circonférence.

Les cylindres travailleurs F, F', F^2, qui sont également armés de dents sur leur circonférence, font la fonction de la main qui retient pour faciliter le peignage; ils ont encore une autre fonction importante, qui est de tourner lentement sur leurs axes à rebours du gros tambour, en présentant successivement à ce dernier les pointes des dents dont ils sont munis.

Ces dents marchent alors à reculons pour emporter les brins d'étoupes non encore peignés cédés par le gros tambour, et les transmettre aux débourreurs qui leur sont contigus; ceux-ci les détachent en les prenant à revers pour les restituer au gros tambour, et cela tant que la matière n'est pas suffisamment divisée.

Comme on le voit, dans ce travail, il s'opère un combat entre le tambour et les travailleurs pour se disputer la matière non peignée; les cylindres débourreurs E, E^2 et E^3 interviennent alors comme auxiliaires et complices du gros tambour, pour enlever aux travailleurs et leur rendre les brins d'étoupes entraînés par ce dernier.

Cette lutte de chaque système *ou couple* de cylindres travailleurs et débourreurs, dure tant que les fibres, n'étant pas suffisamment divisées et séparées, peuvent s'attacher aux dents des travailleurs et résister à l'action entraînante des dents du gros tambour, dont la vitesse varie de 576 à 720 mètres par minute, tandis que celle des travailleurs n'est que de 1^m256 à 1^m570.

Pour que le travail que nous venons de décrire soit complet dans chaque couple travailleur, qui sont au nombre de six sur la circonférence

extérieure du gros tambour, entre le déchargeur E des cylindres alimentaires d, d' et le *doffer* ou premier cylindre déchargeur G, il est essentiel que les cylindres débourreurs E′, E^2 et E^3 soient placés en avant des travailleurs F, F′ et F^2, comme on peut le voir dans la fig. 7, pl. 17, afin que la matière dont s'empare chaque débourreur soit rendue au gros tambour en avant du travailleur de chaque système, et pour que les prises et reprises des brins d'étoupes puissent s'effectuer.

Si le système était renversé, c'est-à-dire si les débourreurs E′, E^2 et E^3 étaient placés à la suite des travailleurs F, F′ et F^2, comme l'indique la fig. 8, pl. 17, il en résulterait que les brins d'étoupes, transmis au gros tambour par les débourreurs, après les avoir enlevés aux travailleurs, seraient transportés directement d'un couple à l'autre sans rétrograder pour multiplier le travail de la division. Dans ce cas le cardage des étoupes serait moins approfondi, mais il y aurait moins de perte en déchet; il est donc quelquefois essentiel de disposer partiellement quelques-uns des travailleurs en avant, comme l'indique la section de la machine fig. 5.

Sur cette figure les deux travailleurs F et F′ précèdent les débourreurs E′ et E^2; on peut également se rendre compte de cette disposition par l'inspection des fig. 2 et 4, sur lesquelles on peut voir, derrière les roues de commande et les poulies, les travailleurs F et F′, et, derrière leurs coussinets, les débourreurs E′ et E^2, tandis que, dans la disposition des couples suivants, ce sont les quatre débourreurs, désignés par E^3, qui précèdent les quatre travailleurs F^2.

Il résulte de cette combinaison que, dans les premiers couples qui suivent l'alimentation de la machine et le débourreur des cylindres alimentaires, les étoupes enlevées aux travailleurs par les débourreurs sont transmises directement aux couples suivants par le gros tambour, tandis que dans les quatre derniers les brins d'étoupes non divisés sont pris et repris successivement jusqu'à ce qu'ils cessent de s'attacher aux travailleurs.

Nous ferons remarquer, comme une chose très-importante, que c'est dans la disposition des couples travailleurs et débourreurs, en les faisant se précéder ou se suivre, selon le cas, que consiste un bon peignage et un rendement profitable des premières moyennes ou fines étoupes.

Lorsqu'il s'agit de peigner des grosses étoupes qui ont déjà subi l'opération de la carde briseuse, on dispose les deux premiers couples dans le sens indiqué par les fig. 2, 5 et 8, c'est-à-dire les travailleurs F et F′ en avant des débourreurs E′ et E^2.

Pour bien opérer le cardage des étoupes fines, qui sont le plus souvent soumises à une seule opération, tous les travailleurs doivent, au contraire, être situés à la suite des débourreurs, comme l'indique la fig. 7; c'est le moyen de bien diviser et épurer les fibriles dont les filés sont destinés à des tissus plus fins que ceux des grosses étoupes.

Quant aux étoupes moyennes, on les traite par l'un ou l'autre mode,

selon qu'elles sont d'une nature plus ou moins dure et destinées à des ouvrages plus ou moins grossiers. C'est aux contre-maîtres à en faire une judicieuse application.

Après cette première série de cylindres, que ce soit d'ailleurs le débourreur ou le travailleur qui se trouve en tête, les constructeurs ont disposé, sur le prolongement de la circonférence du gros tambour, d'abord une autre série semblable de façon que le second travailleur E^2 qui remplit le même objet que le premier précède le débourreur correspondant F′, commandé par le précédent; et ensuite, quatre autres séries de mêmes cylindres, qui sont alors, comme nous l'avons dit plus haut, inversement placés, c'est-à-dire que les débourreurs E^3 se trouvent en tête des travailleurs correspondants F^2, au lieu d'être à la suite.

La matière textile, ainsi prise et reprise successivement par chacun des cylindres, comme nous l'avons expliqué, puis restituée au gros tambour, arrive jusqu'au sommet de celui-ci, où elle est alors entièrement cardée; dans cette position, il faut l'enlever entièrement, ce qui s'effectue par le travail des trois cylindres G, G′, G^2, que l'on nomme doffers ou déchargeurs.

DES DOFFERS OU DÉCHARGEURS ET DES PEIGNES. — Ces cylindres sont armés de dents qui, comme celles des travailleurs, présentent leurs pointes à celles du gros tambour pour recevoir la matière peignée de ce dernier et la livrer aux rouleaux d'appel K et K′.

A cet effet, ils sont accompagnés d'un peigne droit H, à mouvement alternatif, qui détache ces filaments de leur circonférence dentée, et forme une sorte de nappe légère qui se ramasse en un ruban étroit, au passage de l'entonnoir I, disposé en regard du milieu de chaque déchargeur.

Des brosses circulaires J, dont le mouvement de rotation est dans le même sens que celui de ces cylindres sont aussi disposés au-dessus, afin de nettoyer leur denture.

Les peignes H, H′ et H^2 reçoivent leur mouvement rectiligne vertical, au moyen de l'arbre à manivelle *e*. A cet effet, deux bielles *e′* sont reliées aux deux extrémités du second peigne H′, et, celui-ci, par l'intermédiaire des tringles rondes *h*, transmet le mouvement au peigne supérieur H et à celui inférieur H^2; de petits supports coudés *h′* sont fixés de chaque côté du bâti; ils servent de centre d'oscillation à des petites bielles e^2, attachées aux peignes, de façon à les guider dans leur mouvement vertical alternatif de va-et-vient.

A la sortie des entonnoirs, les rubans cardés sont pincés entre les rouleaux K K′, qui les attirent sans cesse et les conduisent à d'autres rouleaux analogues L L′, aux extrémités de la machine et dans une direction perpendiculaire aux précédents.

Les rouleaux inférieurs K et L sont seuls commandés; ce sont les cylindres d'appel qui marchent avec une vitesse déterminée et en rapport avec les rubans que l'on veut produire. Les rouleaux supérieurs K′ et L′,

appelés cylindres de pression et que l'on a le soin de faire dans ce but assez lourds, pressent sur les rubans et les forcent à être entraînés par la rotation des rouleaux d'appel.

DES SUPPORTS FIXES ET MOBILES. — Les axes des cylindres débourreurs E′, E^2 et E^3 tournent dans des supports *a* garnis de coussinets en bronze (voir le détail fig. 3); ils sont montés sur des tiges filetées, placées sur la circonférence de la couronne en fonte du bâti. Ces tiges traversent des écrous *a*′, fixés au moyen de boulons, de sorte que pour régler la hauteur exacte des débourreurs et leur parfaite horizontalité, il suffit de tourner les supports à droite ou à gauche, pour les faire monter ou descendre, et de les fixer ensuite en serrant les écrous a^2 qui les retiennent d'une façon immuable sur le bâti.

Les axes des cylindres travailleurs F, F′ et F^2 tournent dans des supports *f*, disposés sur le bâti, à peu près de la même manière que ceux des cylindres débourreurs, quant au mode de réglage de la hauteur et de l'horizontalité; mais ils sont munis en plus d'une petite pièce en fer *f*′, qui peut se mouvoir dans une rainure pratiquée dans l'épaisseur du bâti. Cette pièce est reliée à une petite vis, garnie de deux écrous qui servent à déplacer le support et par suite le cylindre travailleur, par rapport au cylindre débourreur, d'une quantité aussi minime qu'on peut le désirer.

L'arbre de chacun des trois cylindres déchargeurs G, G′ et G^2 est aussi monté dans deux supports mobiles *g*, ajustés sur l'épaisseur des bras, fondus avec les deux plaques de droite et de gauche du bâti (fig. 4 à 6). Ces supports n'ont besoin de se déplacer que dans le sens horizontal, de façon à permettre de régler exactement la distance qui doit exister entre les aiguilles des déchargeurs et celles du gros tambour. Cette opération s'effectue au moyen des écrous *g*′, qui s'appuient contre des pièces fixes, et à l'aide desquels on fait avancer ou reculer les petites vis fixées aux supports.

Toutes les roues intermédiaires U′, R, R′ sont montées sur des pivots *k*, forgés avec une bride coudée en équerre, dans laquelle une rainure est pratiquée.

Le boulon qui sert à fixer le pivot est engagé dans cette rainure; par ce moyen l'on peut aisément régler la position des roues, en faisant glisser l'équerre de la quantité convenable.

Les deux cylindres alimentaires *d* et *d*′ sont montés dans deux supports doubles d^2 (fig. 4), clavetés sur la circonférence des cercles en fonte B′ du bâti.

Les neuf cylindres K, qui attirent les rubans cardés, sont fixés trois par trois sur les trois axes horizontaux *m*, mobiles dans des supports fixes, ménagés aux extrémités des bras B^2, venus de fonte avec le bâti.

Les cylindres de pression K′ sont supportés ou mieux guidés par des équerres en fonte *n*′, fixées sur les trois traverses en fer *n* (fig. 1 et 5), qui règnent sur toute la largeur de la machine. A ces traverses, qui sou-

tiennent tous les entonnoirs I, et les ressorts des nettoyeurs y, garnis de flanelle, sont fondues de petites consoles sur lesquelles reposent les tablettes minces n' munies de broches verticales n^2. Ces broches guident les rubans et les conduisent sous les seconds cylindres L et L'. Les axes de ceux-ci sont remontés dans des supports spéciaux l, boulonnés aux extrémités des bras B^2.

Deux cercles en tôle O, ouverts seulement devant les cylindres étireurs d et d' (fig. 5), et maintenus au moyen de petites équerres et de vis o (fig. 3), qui permettent de régler exactement leur position, servent à empêcher les matières filamenteuses en travail de sortir sur les côtés, et garantissent ainsi les organes de transmission de mouvement placés à l'extérieur du bâti.

COMMANDE DES ORGANES DE LA MACHINE. — On a vu que c'est l'axe même du gros tambour de la carde qui reçoit son mouvement directement du moteur par la poulie P, fixée à l'une de ses extrémités et accompagnée d'une poulie semblable P' ajustée folle pour arrêter au besoin. Ce même arbre doit commander tous les autres organes de la machine.

A cet effet, il porte du même bout, entre les poulies précédentes de l'extérieur du bâti, une poulie plus petite p, sur laquelle passe la longue courroie sans fin q, qui est destinée à faire marcher, d'une part, tous les cylindres débourreurs, et de l'autre les trois peignes droits des doffers. Pour cela, elle prend les directions indiquées en lignes ponctuées sur l'élévation, fig. 4, en passant sur une portion de la circonférence des poulies Q, rapportées sur chacun des axes des débourreurs E', E^2, E^3, et plus haut sur le bout de l'axe coudé à manivelle en fer e.

Comme le débourreur E^2 est placé trop près du suivant E^3, et que, par suite, il ne permet pas de monter à l'extrémité de son axe une poulie aussi grande que celle Q, il est commandé par une petite courroie spéciale que l'on a fait passer sur une poulie plus petite Q', mise en communication avec une semblable Q^2 rapportée sur l'axe du débourreur E' (voyez fig. 1 et 4).

Les quatre poulies des débourreurs E^3 ont 40 centimètres de diamètre, et celles des débourreurs E' et E^2 et de leur poulie de commande p ont 45 centimètres, de sorte que ces dernières font le même nombre de tours que le gros tambour, tandis que les premières marchent un peu plus vite.

Il résulte de cette combinaison que, quand le tambour fait 120 tours, le cylindre déchargeur E, et les débourreurs E' et E^2 font également 120 tours, mais les quatre autres E^3 font 135 tours.

Le diamètre des débourreurs, au bout des dents, est de 0^m220.

Ce qui correspond à une circonférence de

$$0,220 \times 3,1416 = 0^m691,$$

tandis que celui du tambour est de 1^m550, soit une circonférence de

$$1,550 \times 3,1416 = 4^m870.$$

Il en résulte que le développement ou le travail à la circonférence de celui-ci, quand il fait 120 tours par minute, est de

$$4^m870 \times 120^t = 584^m400,$$

tandis que celui des débourreurs E′ et E², pour le même nombre de tours, est seulement de

$$0^m691 \times 120^t = 82^m920,$$

et celui des débourreurs E³ de

$$0^m691 \times 135 = 93^m285.$$

Ou, si l'on veut, la vitesse à la circonférence du gros tambour, est de

$$\frac{584^m400}{60} = 9^m740 \text{ par seconde},$$

celle des débourreurs E′ et E², est de

$$\frac{82^m920}{60} = 1^m382 \text{ par seconde},$$

et celle des débourreurs E³, de

$$\frac{93^m285}{60} = 1^m555.$$

Par conséquent, le rapport entre les vitesses du tambour et les débourreurs E′ et E² est

comme 1^m382 à 9^m740,

soit 0,142, ou environ 1 : 7;

et pour les débourreurs E³,

comme 1^m555 à 9^m740,

soit 0,160, ou environ 1 : 6,3.

Quant aux cylindres travailleurs, ils sont tous, comme les alimentaires et les déchargeurs, commandés par des engrenages droits qui sont mis en communication les uns avec les autres et reçoivent, par des intermédiaires, leur mouvement rotatif du pignon unique *r*, qui est aussi fixé sur l'axe du gros tambour, mais à l'extrémité opposée des poulies de commande.

Le nombre de dents de ce pignon varie suivant qu'on veut travailler plus ou moins la matière, en diminuant ou en augmentant la vitesse des déchargeurs, des travailleurs, des alimentaires et des rouleaux d'appel.

Admettons que la vitesse du tambour soit de 120 tours par minute, et que le nombre de dents du pignon soit de 50; la grande roue R, avec laquelle il engrène, a 200 dents, son axe est supporté par une pièce à coulisse *s*, boulonnée au bâti extérieur, et porte un autre pignon droit *r'*, de 32 dents, qui engrène avec une roue semblable R', de même diamètre et du même nombre de dents; l'axe de cette seconde roue est également porté par un support à coulisse *s'*, boulonné, comme le premier, au côté extérieur du bâti. Sur cet axe se trouve aussi un pignon droit s^2 de 60 dents, engrenant avec une roue droite S, de 125 dents, et fixé sur le bout de l'arbre du deuxième cylindre déchargeur G.

Ce cylindre reçoit ainsi un mouvement de rotation qui, d'après les rapports établis entre les pignons et les roues, est seulement égal au 1/52 environ de celui du tambour, c'est-à-dire que, lorsque celui-ci fait un tour, le déchargeur n'en fait que 0,02 environ.

Or, comme le diamètre à la surface extérieure de sa denture est de 0^m39, ce qui correspond à une circonférence de

$$0^m39 \times 3{,}1416 = 1^m225,$$

il en résulte que, pour un développement ou un espace parcouru de 584^m400 par minute, primitif tambour, celui du cylindre n'est que de

$$\frac{1^m225 \times 120}{52} = 2^m822.$$

Comme la roue S commande à la fois deux autres roues égales S' et S^2, par les intermédiaires *t'*, t^2, il est évident que les deux autres cylindres déchargeurs G et G^2, sur les axes desquels ces roues sont montées, marchent exactement à la même vitesse, ce qui doit être en effet, puisque ces cylindres font absolument le même travail.

La roue S' engrène avec une roue intermédiaire T qui, de son côté, est engrenée, en même temps, avec la roue T' de 144 dents, rapportée sur le bout de l'axe du dernier cylindre travailleur F^2, qui se trouve, comme on l'a vu, à la partie la plus élevée du gros tambour. Le rapport entre la vitesse de ce cylindre et celle du gros tambour est de 0,0021.

D'où il suit que le développement à la surface extérieure des dents de ce cylindre est égal à 1^m256 par minute.

Il est évident que la marche des autres travailleurs est tout à fait identique, car ils reçoivent leur mouvement de celui-ci, par la roue droite U qui commande, à l'aide des intermédiaires U', la série de roues droites U^2, rapportées sur le bout des axes de ces cylindres.

L'axe du déchargeur inférieur est muni de la roue S^2 de 125 dents et du pignon *u* de 34 dents, dit *pignon de rechange*, parce qu'on peut le changer à volonté par un autre pignon avec un nombre de dents plus ou moins considérable, de façon à modifier la vitesse des alimentaires et de la toile sans fin qu'il commande directement.

On peut ainsi, sans faire varier la vitesse des autres organes de la carde, grossir ou raffiner le ruban sans changer la pesée sur la table.

Le pignon *u* engrène avec une roue intermédiaire V qui commande le pignon V′, de 60 dents, rapporté à l'extrémité de l'axe de l'alimentaire inférieure *d′*, et qui est accompagné d'un petit pignon *v*, engrenant à la fois, avec un pignon égal *v′*, placé à l'extrémité de l'axe de l'alimentaire supérieur, et avec le petit intermédiaire v^2, qui commande le pignon semblable v^3, fixé au bout de l'axe du rouleau *c′*, lequel entraîne les toiles sans fin (fig. 2 et 5).

Les premiers réunisseurs K sont commandés par les pignons droits k^2, et k^3, dont les derniers engrènent avec les roues intermédiaires *t′*, t^2 et t^3.

Les seconds réunisseurs L, qui sont placés à angle droit, par rapport aux premiers, sont commandés par ceux-ci au moyen de petites roues d'angle r^2, fixées sur leurs axes, en dehors du bâti, et du côté opposé à la commande pour les cylindres de droite (fig. 1 et 2); tandis que pour les cylindres de gauche, au contraire (fig. 1 et 4), cette transmission est placée du côté des poulies motrices.

Dans les deux cas, les roues d'angle r^2 engrènent avec des roues semblables r^3, fixées sur l'axe de chacun des cylindres L.

Les pignons k^2, fixés sur les axes des rouleaux d'appel, n'ont pas chacun le même nombre de dents; celui inférieur a 24 dents, celui du milieu 25, et le pignon supérieur 26, de sorte que leurs vitesses sont différentes, comme on pourra s'en rendre compte en examinant les tableaux qui suivent.

Du compteur. — L'axe inférieur des premiers cylindres réunisseurs K est muni d'une vis sans fin engrenant avec un petit pignon monté sur un axe garni également d'une vis sans fin qui commande une roue à hélice *x′* armée de trois goujons (fig. 1 et 4); une sonnette *x′* est placée au-dessous de cette roue, et le ressort en acier à l'extrémité duquel elle est fixée porte une petite équerre, disposée pour être rencontrée par les goujons.

L'application de cette espèce de compteur a pour but d'avertir l'ouvrière chargée du soin de la machine, que les pots placés au-dessous des cylindres contiennent la longueur de ruban qui, dans chaque pot, doit toujours être égale au développement de la circonférence de chaque rouleau réunisseur, et opéré dans l'intervalle d'un son à l'autre de la sonnette *x′*.

Les pots peuvent toujours contenir la même longueur de rubans, si on a le soin d'établir une tare unique pour chacun d'eux; et en ramenant à un poids pris pour base les différents pots réunis remplis d'une même longueur de rubans, on rectifie, en régularisant l'alimentation du premier étirage à étoupe qui reçoit ces rubans, les défauts causés par une irrégularité de charge de la part de l'ouvrière sur les divisions de la toile d'alimentation de la carde.

Chaque pesée varie de 240 grammes pour les fils fins, à 300 grammes pour les gros numéros,

$$\text{soit } 3 \times 240 = 720 \text{ gr. ou } 3 \times 300 = 900 \text{ gr.}$$

pour les trois séries de la carde.

Le mouvement de rotation continue est communiqué aux brosses J par les axes des cylindres doffers. A cet effet, ils sont munis chacun, du côté opposé à leur commande, d'une roue z (fig. 4) qui commande une roue semblable intermédiaire z', engrenant avec le pignon j' fixé sur l'axe de la brosse.

VITESSE ET TRAVAIL DES PRINCIPAUX ORGANES DE LA MACHINE.

Nous avons cru devoir réunir dans les deux tableaux qui suivent, d'une part, la vitesse relative des divers organes qui composent la carde, et d'une autre part, le travail ou le développement produit par chacun de ces organes, proportionnellement aux vitesses différentes que l'on peut donner au gros tambour. Il est très-facile de reconnaître, d'après les explications et les données qui précèdent, comment ces tables ont été calculées.

TABLE

DES RAPPORTS EXISTANT ENTRE LE GROS TAMBOUR ET LES DIVERS CYLINDRES DE LA CARDE:

ORGANES.	NOMBRE de tours par minute.	DIAMÈTRE.	CIRCONFÉRENCE.	RAPPORTS des vitesses à la circonférence.
Tambour	120	1m 550	4m 870	1
Alimentaires	1.30	0 100	0 314	0.0007
Débourreurs E' E²	120	0 220	0 691	0.142
Id. E³	135	» »	» »	0.160
Travailleurs	2	0 200	0 628	0.0021
Déchargeurs	2.30	0 390	1 225	0.0048
Brosses circulaires	6.22	0 125	0 392	0.0042
Rouleau d'appel supérieur	11.11	0 108	0 339	0.0064
Id. *id.* du milieu	11.52	» »	» »	0.0067
Id. *id.* inférieur	12	» »	» »	0.0069

Indépendamment des combinaisons que nous avons indiquées pour augmenter ou diminuer l'énergie du cardage par l'agencement des cylindres travailleurs (page 216), on peut encore modifier ce cardage en changeant

le pignon r du gros tambour, le rapport entre les vitesses des organes de la machine restant le même.

La table qui précède a été calculée en admettant une vitesse de 120 tours par minute au gros tambour, et en donnant 50 dents au pignon r.

Dans le tableau suivant, le même nombre de dents du pignon est conservé, de sorte que les rapports des différents organes entre eux restent proportionnellement les mêmes selon la vitesse du gros tambour, que nous avons supposé varier de 120 à 150 tours par minute.

TABLE

DU TRAVAIL OU DÉVELOPPEMENT DU CYLINDRE PAR MINUTE EN ADMETTANT DES VITESSES SUCCESSIVES DU GROS TAMBOUR.

NOMBRE de tours du gros tambour.	DÉVELOPPEMENT du gros TAMBOUR.	CYLINDRE alimentaire.	CYLINDRES débourreurs E³.	CYLINDRES débourreurs E' E².	CYLINDRES travailleurs.	CYLINDRES déchargeurs.	BROSSES circulaires.	ROULEAUX D'APPEL		
								supérieur.	du milieu.	inférieur.
120	584.40	0.408	93.285	82.920	1.256	2.817	2.438	3.766	3.905	4.068
125	608.75	0.425	97.471	86.375	1.300	2.934	2.539	3.923	4.068	4.237
130	633.40	0.442	101.037	89.830	1.344	3.051	2.640	4.080	4.231	4.406
135	657.45	0.459	104.943	93.285	1.388	3.168	2.741	4.237	4.394	4.575
140	681.80	0.476	108.829	96.740	1.432	3.285	2.842	4.394	4.557	4.744
145	706.15	0.493	112.715	100.195	1.476	3.402	2.943	4.551	4.720	4.913
150	730.50	0.510	116.601	103.650	1.520	3.519	3.044	4.708	4.863	5.082

DE L'ÉTIRAGE.

L'étirage de la matière qui résulte de la différence de vitesse entre les cylindres alimentaires d et d' et celle des cylindres étireurs K et L, peut être obtenu d'une manière très-simple à l'aide de la table qui précède; suffit, pour cela, de diviser le nombre indiquant le développement des rouleaux d'appel avec celui des cylindres alimentaires, et correspondant au même nombre de tours.

On trouve le premier dans l'une des trois colonnes de droite, et le second dans la troisième colonne de gauche.

Prenons pour exemple le rouleau d'appel supérieur, dont le développement est de 3^m766 pour 120 tours du gros tambour, et celui du rouleau alimentaire de 0^m408;

on a : $$\frac{3^m766}{0^m408} = 9,23.$$

Ainsi l'étirage de la mèche est donc de 9,23 fois.

En l'absence du tableau on peut obtenir ce résultat comme on le fait généralement dans les ateliers, par la formule suivante :

$$\frac{S^2}{u} \times \frac{V'}{k^2} \times \frac{339}{314} = \text{l'étirage.}$$

Dans laquelle S^2 est la roue de 125 dents indiquée sur le dessin ;

V' le pignon de 60 dents;

Et 329 la circonférence du rouleau d'appel;

u est le pignon de rechange auquel nous supposons ici 34 dents ;

k^2 un second pignon de 24 dents;

Et 314 le développement de la circonférence du cylindre alimentaire.

On a donc alors comme résultat :

$$\frac{125}{34} \times \frac{60}{24} \times \frac{329}{314} = 9{,}63.$$

Pour augmenter l'étirage ou le diminuer, il suffit de diminuer ou d'augmenter le pignon u fixé sur l'axe de la roue S^2; par suite, on grossit ou on raffine le ruban sans changer la pesée sur la toile sans fin.

PRIX ET PRODUCTION DE LA MACHINE.

Ces grandes cardes sont évidemment d'un prix bien plus élevé que les petites cardes ordinaires; mais, comme nous l'avons dit plus haut, elles rendent aussi un bien meilleur service. Le travail est mieux fait, elles produisent quatre à cinq fois plus, et par rapport à leur production, qui varie entre 200 à 350 kilogrammes, selon les n^{os} des fils que l'on veut obtenir, elles occupent moins de place.

Enfin, pour résumer les avantages qu'elles présentent sur les petites cardes, nous pouvons les énumérer ainsi :

1° Production 4 à 5 fois plus considérable;

2° Suppression dans bien des cas de la première manutention des briseurs, ce qui occasionne moins de main-d'œuvre et donne moins de déchets;

3° L'énergie du peignage pouvant se graduer par les modifications que nous avons signalées dans la description, on peut tirer un bien meilleur parti des étoupes qui sont mieux divisées, et conséquemment produisent un fil plus régulier et plus fin.

Une grande carde, semblable à celle que nous venons de décrire, avec ses pignons de rechange, son tambour, garni de rubans de carde, ainsi que les cylindres alimentaires, débourreurs, travailleurs et doffers, revient environ à 12,000 francs.

Ce prix varie, du reste, selon les numéros des cardes, qui varient eux-mêmes selon la nature des étoupes.

CONSTRUCTION DES MACHINES

DIVERS SYSTÈMES
DE POINTES OU PIVOTS, CRAPAUDINES ET POÊLETTES
DES ARBRES VERTICAUX
PROPORTIONS DE CES ORGANES

PAR

M. ARMENGAUD aîné, ingénieur à Paris

(PLANCHE 18)

Après avoir publié les différents systèmes de paliers, de chaises et de supports employés dans les transmissions de mouvements pour recevoir les *tourillons* des arbres de couche, nous devons naturellement donner les divers genres de *pivots* et *crapaudines* qui servent à supporter les axes verticaux, dont l'examen ne présente pas moins d'intérêt sous le rapport des dimensions principales que sous le rapport de l'exécution et de la variété des types adoptés.

Le support ou la *poêlette* qui reçoit la partie inférieure d'un arbre vertical se compose, comme le palier qui porte le tourillon d'un axe horizontal, de plusieurs pièces essentielles qui diffèrent souvent dans leurs formes comme dans leurs dispositions, suivant les applications spéciales que l'on en fait dans les machines ou dans les communications de mouvement.

Ainsi la *pointe* ou le *pivot* proprement dit, qui remplace le tourillon de l'axe horizontal, tout en remplissant le même but, tourne ou pivote sur un *grain* d'acier fixe, supporté au fond d'une douille en bronze ou en fonte que l'on nomme *crapaudine*, et qui le maintient latéralement.

Celle-ci est généralement disposée de façon à permettre, d'une part, de monter ou de descendre le pivot pour régler la position exacte de l'arbre vertical, et par suite de l'engrenage qu'il porte, ainsi que pour remédier à l'usure de la pointe et du grain; et, d'autre part, de le pousser latéralement soit d'un côté, soit de l'autre, afin de centrer l'axe et de fixer exactement sa verticalité.

Pour obtenir ce double résultat, la crapaudine est ajustée avec soin dans un manchon ou *gobelet* en fonte alésé, qui se renferme dans une sorte de boîte appelée communément *poêlette*, laquelle sert de support à tout l'appareil. D'un autre côté, des vis latérales placées à angle droit, sont taraudées dans cette dernière pour presser sur quatre points opposés du gobelet, et le maintenir solidement quand sa place est déterminée. En outre, une vis ou tige filetée traverse verticalement le centre de la poêlette pour soutenir et soulever au besoin la crapaudine, son grain d'acier de pivot, son arbre vertical et tout ce qu'il porte.

Telle est la composition de la poêlette-type que nous avons représentée sur les fig. 1 et 2 du dessin pl. 18, et que nous allons décrire en détail. Nous montrerons ensuite les différents modes de construction que l'on adopte le plus ordinairement dans la pratique, après avoir toutefois indiqué les proportions de la pièce principale, du *pivot*, d'où dépendent naturellement les dimensions des autres parties.

DISPOSITION GÉNÉRALE D'UN PIVOT, DE SA CRAPAUDINE ET DE SA POÊLETTE (FIG. 1-2, PL. 18).

Les fig. 1 et 2 du dessin représentent la disposition que l'on adopte généralement soit dans les moulins, soit dans les turbines et dans les transmissions de mouvement, pour supporter la partie inférieure de l'arbre vertical, qui tourne avec une certaine rapidité, et parfois avec des charges assez considérables, par la meule, les engrenages ou les grosses poulies qu'il porte.

La fig. 1 est une section verticale faite par le centre de l'arbre, du pivot, de la crapaudine et de la poêlette;

La fig. 2 en est une projection horizontale vue en dessus, en supposant l'arbre enlevé.

Comme nous l'avons dit, la pointe ou le *pivot* proprement dit, qui est généralement rapporté à l'extrémité inférieure de l'arbre vertical B, est une pièce cylindrique A, que l'on exécute le plus souvent en fer forgé, en l'aciérant par le bout ou en la trempant en paquet, et qui, dans certains cas, est complétement en acier, comme le grain qui le porte. Cette pièce est légèrement conique à sa partie supérieure, pour s'ajuster dans la base alésée de l'arbre B qui la reçoit, et avec lequel elle fait corps. Cet ajustement doit être assez bien fait pour que l'arbre entraîne toujours la pointe avec lui, dans son mouvement de rotation, aussi on ne saurait trop y apporter d'attention. On peut, il est vrai, l'y retenir encore par une petite clé ou nervure *a*; si malgré cette clé ou cette nervure le cône ne portait pas exactement, s'il y avait du jeu dans l'ajustement, ce jeu n'en tarderait pas moins à augmenter, à faire tourner l'arbre faux rond, et à produire les plus mauvais effets; c'est ce qu'il importe d'éviter. Aussi, avec un contact parfait, peut-on, comme nous l'avons fait souvent, supprimer sans crainte l'embase elle-même, qui, en tout cas, ne doit jamais toucher

à la base de l'arbre, puisqu'elle ne sert réellement que d'ornement pour cacher l'assemblage. Alors la partie cylindrique de la pointe se termine directement par la partie conique qui pénètre dans l'arbre.

Le pivot ainsi rapporté à l'extrémité inférieure de l'arbre vertical, au lieu d'être fondu ou forgé avec lui, a l'avantage, d'une part, de pouvoir être exécuté en métal plus dur, plus résistant, et par suite de durer beaucoup plus longtemps; et, d'autre part, de pouvoir être notablement réduit de diamètre, ce qui diminue les pertes de force résultant du frottement, qui, comme nous le montrerons plus loin, est en raison du diamètre du pivot, de la charge qu'il supporte, et de la vitesse avec laquelle il tourne sur lui-même. Il permet, en outre, d'être renouvelé facilement quand on le juge nécessaire. On chasse alors une clavette ou une sorte de coin méplat dans une ouverture oblongue *b* pratiquée à travers l'arbre et la pointe, et qui, en s'appuyant sur celle-ci, tend à la faire descendre. Pour plus de simplicité d'exécution, il est mieux de percer préalablement dans l'arbre, au-dessus de la partie conique du pivot, un trou oblong *c*, qui permet d'y introduire au besoin un coin à l'aide duquel il est aisé de faire sortir la pointe.

La *crapaudine*, destinée à recevoir le pivot, est aussi disposée de façon à produire les mêmes avantages que ce dernier. Ainsi, composée le plus communément d'une douille cylindrique C en fonte, ou mieux en bronze, qui est alésée intérieurement et tournée à l'extérieur, elle renferme un petit dé d'acier *e* appelé *grain*, qui y est ajusté avec soin et retenu dans le fond par une petite clé ou nervure en fer *f*, découpée tout simplement dans un morceau de fil de fer. Ce grain étant aussi en métal plus dur que la crapaudine peut durer fort longtemps malgré la charge qu'il supporte, et se remplacer de même avec facilité, sans être pour cela dans l'obligation de remplacer toute la pièce, qui n'est soumise alors qu'à l'usure résultant de la pression latérale.

Le pivot repose par sa base sur la surface du grain, soit en totalité, soit en partie, suivant la forme même qu'on leur a donnée. Il est évident que le mieux serait de les faire coïncider le plus exactement possible sur toute leur étendue, afin de diminuer l'usure, et de les faire servir plus longtemps. Pourtant il convient d'adopter de préférence des surfaces légèrement convexes et concaves, comme celles indiquées sur la fig. 1, afin de laisser un petit espace libre à la circonférence pour faciliter l'introduction de l'huile entre elles.

Pour bien maintenir la verticalité de l'arbre, il ne faut pas seulement que le pivot porte bien sur son grain d'acier, il doit encore être ajusté avec soin dans la crapaudine, qui l'enveloppe latéralement sur une grande partie de sa hauteur, et qui, pour cela, doit être retenue très-solidement, après que sa place a été bien déterminée.

A cet effet, elle est ajustée elle-même dans une sorte de manchon ou *gobelet* en fonte D, qui, bien alésé intérieurement, repose par sa base sur

le fond dressé de l'espèce de boîte ou support E, appelé communément *poêlette*. Sur quatre parties extérieures opposées de ce gobelet on a ménagé des facettes droites et verticales destinées à recevoir la pression des vis latérales F, dont les écrous en fer *g*, de forme carrée, sont logés dans l'épaisseur même de la poêlette. A l'aide de ces vis, qui sont quelquefois taraudées directement dans la fonte, on peut aisément fixer la position du gobelet en le poussant soit d'un côté, soit de l'autre, et régler par suite celle de la crapaudine, du pivot et de l'arbre entier, en les maintenant d'une manière très-solide.

La poêlette est retenue elle-même fort solidement soit sur un massif en maçonnerie, soit sur une assise en fonte, au moyen de plusieurs boulons à écrous *d*, lorsqu'elle n'est pas fondue avec de grandes plaques en fonte, comme celles qui sont appliquées dans les moulins à farine.

Cette disposition de crapaudine, de manchon et de poêlette séparés, est très-convenable dans la pratique et doit être évidemment préférée à celle qui est adoptée quelquefois par raison d'économie. Sans doute on peut, dans certains cas, supprimer le gobelet en fonte, ce qui diminue un peu le volume de la poêlette, mais alors la pression des vis de centrage F se fait directement sur la crapaudine, qui est le plus souvent en matière moins dure. De plus, comme il faut pouvoir la soulever ou la baisser, afin de régler exactement la hauteur du grain, et par suite la position du pivot et de son arbre, on est dans l'obligation de desserrer les vis, et par conséquent l'arbre vertical est susceptible de se décentrer. Cet inconvénient n'a pas lieu avec le gobelet, qui permet l'élévation ou l'abaissement de la crapaudine, tout en restant sur le fond de la poêlette, et qui, par suite, ne se dérange pas, et ne peut déranger la verticalité de l'arbre.

Il est vrai que des mécaniciens, pour simplifier autant que possible la construction de ces organes mécaniques, se contentent de fixer la crapaudine même sur la poëlette, et n'appliquent pas de moyens de *soulagement*. Mais cela ne peut s'admettre tout au plus que pour des axes très-légers, qui n'ont pas d'engrenages, et qui peuvent être levés ou baissés d'une certaine quantité sans inconvénient.

Il n'en est pas de même dans un grand nombre de cas, où il est très-essentiel, au contraire, que la position de l'arbre soit très-rigoureusement déterminée et doive rester tout à fait invariable.

Tel est, dans un moulin à farine, l'axe vertical que l'on nomme le *fer de meule*. On n'a pas seulement là à remédier à l'usure du pivot et de son grain, et à régler la position de l'engrenage qu'il porte, mais encore il faut pouvoir à chaque instant vérifier si la meule mobile s'approche trop ou trop peu de la meule gisante. Il est indispensable d'avoir constamment la faculté de monter ou de baisser l'arbre, et par conséquent sa crapaudine et son pivot.

C'est ce qui a lieu au moyen d'une tige verticale en fer G, qui traverse le centre de la poêlette et vient s'appliquer au-dessous de la crapaudine.

Cette tige ne doit pas tourner : elle est par cela même soit de forme carrée à sa partie supérieure, soit plutôt de forme cylindrique, avec une petite nervure qui la retient dans l'épaisseur de la fonte, sans toutefois l'empêcher de marcher verticalement. On peut employer divers procédés, comme on le verra plus loin, pour la faire monter ou descendre et la maintenir dans la position qu'elle doit occuper. Le tout doit d'ailleurs être disposé pour porter toute la charge de la crapaudine et de l'arbre; c'est pourquoi on donne à la tige à peu près le même diamètre qu'au pivot.

Pour maintenir parfaitement la verticalité d'un arbre de transmission commandé par des roues d'angle, nous avons vu, à la manufacture de tabac de Strasbourg, que l'ingénieur en chef, M. Rolland, n'avait pas hésité, craignant que le gobelet et les vis de centrage ne fussent pas suffisants pour soutenir la poussée des dents de la roue motrice, de placer immédiatement au-dessus de la crapaudine un large collet en bronze, de sorte que le pivot ne touche pas le gobelet; il ne fait que reposer sur le grain d'acier de la crapaudine, qui n'a alors d'autre mission que de supporter l'arbre.

Une condition extrêmement essentielle à remplir dans la construction de ces organes, c'est un graissage facile, certain et constant. Par cela même que la charge porte sur des surfaces comparativement très-petites, si ces surfaces ne sont pas bien lubrifiées, elles ne tardent pas à s'échauffer, et par suite le frottement et l'usure augmentent dans des proportions considérables; on a alors l'inconvénient de dépenser beaucoup de force inutilement, et d'être obligé de remplacer des pièces très-souvent.

Lorsque le pivot et la poêlette sont à portée de l'ouvrier, comme dans la plupart des moulins, le graissage peut être vérifié à chaque instant. Il suffit de ménager à la partie supérieure de la crapaudine un évidement annulaire formant un petit réservoir dans lequel on verse l'huile, qui peut se rendre goutte par goutte, ou du moins en très-petite quantité à la fois, par deux cannelures étroites et demi-circulaires *i* (fig. 2), pratiquées verticalement sur toute la hauteur de la paroi intérieure de la crapaudine, et qui ont servi à introduire la nervure *f*; une demi-saignée analogue est également pratiquée sur la base concave du grain, depuis la circonférence jusqu'au centre, afin que la goutte d'huile puisse y arriver et se répandre sur toute la surface pendant la rotation du pivot.

Lorsqu'il est nécessaire de remplacer le grain, il faut, après avoir démonté l'arbre et enlevé la pointe, retirer la crapaudine en desserrant les vis de centrage. Comme souvent il ne suffit pas de renverser celle-ci pour faire tomber le grain, à cause de la grande adhérence qu'il a prise par le poids constant qu'il a supporté pendant un temps plus ou moins long, on pratique au centre un petit trou *t* (fig. 1), que l'on taraude, afin d'y visser un fil de fer terminé par une poignée, au moyen duquel on peut alors l'enlever aisément. Ce petit trou ne nuit nullement au mouvement, au contraire, il facilite le graissage en s'emplissant d'huile constamment.

Comme la crapaudine, malgré son ajustement très-précis dans le gobelet de fonte, pourrait dans certains cas, pour cause d'échauffement par exemple, tendre à tourner sur elle-même, entraînée par la pointe, on a la précaution de la retenir simplement à l'aide d'une petite vis *h* (fig. 1), qui est taraudée dans l'épaisseur du manchon, et qui désaffleure pour pénétrer dans la rainure verticale et rectangulaire préalablement pratiquée sur la surface extérieure de la crapaudine, depuis ce point jusqu'à sa base, afin de ne pas l'empêcher de monter quand il est nécessaire de l'élever.

Le pivot, sa crapaudine et la poêlette établis dans ces conditions exigent nécessairement beaucoup de main-d'œuvre, et reviennent par suite à un prix assez élevé, comparativement à d'autres organes analogues, d'une disposition plus simple et plus facile.

En ajustant, par exemple, la crapaudine directement dans sa poêlette, comme le font certains constructeurs de moulins, qui ne craignent pas d'avancer que leur système est plus récent et meilleur, en supprimant les vis de centrage, ainsi que la tige à soulager, il est évident que le mécanisme est bien simplifié et par conséquent beaucoup plus économique (1); ils peuvent donc le livrer à un prix très-inférieur. Les personnes qui les font travailler, et qui ne peuvent se rendre compte de ces différences, sont étonnées que d'autres mécaniciens, plus précis et plus consciencieux, leur présentent des tarifs sensiblement plus élevés.

Ce que nous disons ici pour l'objet qui nous occupe a lieu de même pour un grand nombre d'autres organes mécaniques. Aussi nous faisons ces réflexions pour engager les industriels à ne pas trop se laisser entraîner par des bons marchés qui le plus ordinairement ne sont que trop fictifs.

Nous ne prétendons pas, au reste, que ce modèle doive être constamment adopté dans toutes ses parties. Lorsque les arbres ne doivent tourner qu'accidentellement, comme dans les grues, ou bien lorsqu'ils ne supportent que de faibles charges, ou encore qu'ils ne portent pas des pièces qui exigent une grande exactitude dans leur position relative, comme dans les moulins, il n'est plus nécessaire d'attacher à la construction du pivot et de ses accessoires la même importance, on peut l'exécuter d'une manière plus simple, ainsi que nous le montrerons plus loin.

Il faut évidemment pour cet organe, comme pour beaucoup d'autres, avoir égard aux conditions spéciales à remplir. Nous donnons à ce sujet divers exemples qui sont représentés sur la pl. 18, et que nous décrirons successivement après avoir indiqué toutefois les règles pratiques adoptées pour les dimensions de pivots en fer et en acier.

(1) Ces constructeurs donnent pour raison qu'en exécutant ainsi, le mécanisme est moins susceptible de se déranger, et que l'on peut d'ailleurs régler la verticalité de l'arbre par le boitard qui le retient à sa partie supérieure. Cela est vrai; mais si, d'un autre côté, on n'arrive pas à remplir les conditions essentielles que nous avons expliquées plus haut, si on ne peut pas faire assez avec le boitard, si on a plus de difficulté à régler, les inconvénients ne sont pas compensés par l'avantage de la simplicité.

RÈGLES PRATIQUES ET TABLES POUR DÉTERMINER LES DIMENSIONS DES PIVOTS.

DIAMÈTRE DES PIVOTS. — L'examen des conditions dans lesquelles se trouve un pivot en général, permet de reconnaître de suite que le seul effort qu'il ait à subir est celui du poids même de l'axe qu'il termine et des organes qui s'y trouvent montés. Par conséquent, la section d'un pivot, comme corps soumis à un effort d'écrasement, doit varier nécessairement avec la charge qu'il supporte, et c'est ce que l'on observe en effet.

Il a été fait des expériences très-précises tendant à déterminer les efforts par compression capables de faire fléchir un solide de métal et même de le faire rompre, comme aussi à déterminer le degré de charge auquel on peut le soumettre sans altérer aucunement son élasticité.

Ainsi, pour le fer, on a trouvé qu'une charge de 25 kilogrammes par millimètre carré pouvait déterminer la rupture, et qu'il convient de ne pas dépasser en pratique le quart environ de cet effort,

soit 6 kilogrammes, ou 600 kilogrammes par centimètre carré,

pour rester dans des limites donnant une sécurité complète, et tant que la longueur du solide chargé n'excède pas 10 fois son diamètre ou sa dimension transversale minimum.

Mais on peut remarquer que les diamètres que l'on adopte en pratique pour les pivots sont bien supérieurs à ce qu'ils seraient si on les calculait dans l'unique considération de cette résistance, et en adoptant cette valeur de résistance pour unité de section; d'autre part, dans les différents cas de l'emploi des pivots, il est facile de reconnaître que leurs sections sont loin d'être proportionnelles, ou autrement dit que les uns sont relativement beaucoup plus forts ou beaucoup plus faibles que les autres.

On peut trouver aisément à expliquer ces différences en remarquant qu'ils ne tournent pas tous avec une même vitesse, et que, lorsque cette vitesse devient grande, on cherche autant que possible à réduire le diamètre des pivots pour diminuer le travail absorbé par le frottement.

Quant à leur excédant général de dimension, on conçoit que le mouvement étant une cause d'usure, on doive les faire assez forts pour que cette dernière ne soit pas trop rapide. Ajoutons encore que pour les plus petits pivots, la question de résistance à la charge devenant presque nulle, leur diamètre ne s'y trouve aucunement en rapport, et est toujours beaucoup plus fort que leur faible résistance ne semblerait le comporter.

Pour avoir, néanmoins, un point de départ qui puisse aider à déterminer pratiquement le diamètre d'un pivot, nous avons, après un grand nombre d'observations, cherché à établir une règle simple suivant laquelle la résistance moyenne d'un pivot tournant rapidement,

soit au moins 50 tours par minute,

et ne dépasse pas 200 à 250 kilogrammes par centimètre carré de section.

Cette règle comporte une quantité fixe que nous admettons de 5 *millimètres*, et qui s'ajoute toujours au résultat direct, pour éviter que les faibles diamètres ne puissent pas descendre au-dessous d'une certaine valeur voulue par la pratique.

Pivots en fer forgé. — La formule pratique que nous proposons pour déterminer le diamètre d'un pivot en fer, supportant une charge donnée, est alors :

$$d = \left(\sqrt{\frac{P}{2}}\right) + 5 \text{ mill.}$$

dans laquelle

d représente le diamètre cherché, exprimé en millimètres;
P exprime la charge en kilogrammes.

Cette formule, extrêmement simple, peut se traduire par la règle suivante :

Le diamètre d'un pivot est égal à la racine carrée de la moitié de la charge qu'il supporte, plus cinq millimètres.

Exemple. — Quel doit être le diamètre du pivot d'un fer de meule, sachant que le poids qu'il porte, composé du fer de meule (de 2 mètres de longueur), de sa poulie et de la meule courante, est de 1200 kilogrammes ?

On trouve

$$d = \sqrt{\frac{1200}{2}} + 5 \text{ mill.} = 29^{\text{mil}}5.$$

Soit 30 millimètres, dimension qui paraît, en effet, généralement adoptée dans la pratique.

Pivots en acier. — Si le pivot devait être en acier, et que l'on voulût le réduire autant que possible, on prendrait les 0,6 de la dimension trouvée, ce qui donnerait pour le diamètre correspondant

$$30 \times 0{,}6 = 18 \text{ millimètres.}$$

La formule, disposée directement pour ce genre de pivot, peut s'écrire ainsi :

$$d' = \sqrt{0{,}18P} + 3 \text{ mil.}$$

Par conséquent, en opérant directement pour l'exemple proposé, on trouverait

$$d = \sqrt{0{,}18 \times 1200} + 3 = 17^{\text{mil}}7,$$

valeur identique à la suivante :

$$29{,}5 \times 0{,}6 = 17{,}7.$$

A l'aide de ces deux formules, nous avons calculé la table suivante qui renferme une série de diamètres de pivots en fer et en acier pour des charges déterminées, et suivant une étendue bien suffisante pour la pratique.

TABLE

DES DIAMÈTRES EN MILLIMÈTRES DE PIVOTS EN FER ET EN ACIER POUR DES CHARGES DONNÉES DE 10 A 100 000 KILOGRAMMES.

CHARGES	DIAMÈTRES des pivots		CHARGES.	DIAMÈTRES des pivots		CHARGES.	DIAMÈTRES des pivots	
	en fer.	en acier.		en fer.	en acier.		en fer.	en acier.
kil.	mill.	mill.	kil.	mill.	mill.	kil.	mill.	mill.
10	7	4	1500	32	19	23000	112	67
20	8	5	2000	37.5	22	24000	114	68
30	9	5.5	2500	39	23	25000	116	69
40	9.5	5.5	3000	41	26	26000	119	71
50	10	6	3500	46	27	27000	121	72
60	10.5	6	4000	49	29	28000	122	73
70	11	6.5	4500	52	31	29000	125	75
80	11.5	7	5000	55	33	30000	127	76
100	12	7	5500	58	35	32000	131	79
125	13	8	6000	60	36	34000	135	81
150	14	8	6500	62	37	36000	139	83
175	14.5	8.5	7000	64	38	38000	142	85
200	15	9	7500	66	39.5	40000	146	87
250	16	9.5	8000	68	41	42000	150	90
300	17	10	9000	72	43	44000	153	91
350	18	11	10000	76	46	46000	156	93
400	19	11.5	11000	79	47	48000	160	96
450	20	12	12000	82	49	50000	163	98
500	21	12.5	13000	85	51	55000	170	102
600	22	13	14000	88	53	60000	178	106
700	24	14	15000	91	54.5	65000	185	111
800	25	15	16000	94	56	70000	192	115
900	26	15.5	17000	97	58	75000	198	118
1000	27	16	18000	99.5	59	80000	205	123
1100	28	17	19000	102	60	85000	211	126
1200	29	17.5	20000	105	63	90000	217	130
1300	30	18	21000	107	64	95000	223	134
1400	31	19	22000	109	65	100000	229	137

Il est évident qu'en étendant cette table jusqu'aux charges énormes de 90 à 100 000 kilogrammes, il est bien rare que de telles charges se rencontrent en pratique; aussi est-ce plutôt comme point de comparaison que nous l'avons fait. Cependant, dans certains cas, pour des pivots de grues, par exemple, on peut quelquefois s'en approcher.

La table ne contient pas d'indications à l'égard des pivots en fonte, que l'on évite généralement, et dont les diamètres pourraient être égaux à ceux en fer pour les mêmes charges.

Quand on applique des pivots en fonte, c'est souvent parce qu'ils font partie de la pièce même qu'il s'agit de supporter, ainsi que nous en montrerons des exemples.

Tracé graphique. — La fig. A, du dessin pl. 18, représente un tracé qui permet de trouver directement les diamètres des pivots en fer et en acier pour des charges comprises entre zéro et 40 000 kilogrammes.

Les charges sont indiquées en kilogrammes par l'échelle supérieure A B, et les diamètres en millimètres par celle verticale A D.

La première courbe D B correspond aux pivots en fer, et la deuxième D B' aux pivots en acier.

On se sert de ce tracé de la même façon que de ceux que nous avons donnés jusqu'alors; et celui-ci, malgré la réduction de son échelle, est d'une exactitude rigoureuse.

S'il s'agit, par exemple, de déterminer le diamètre d'un pivot en fer correspondant à la charge de 22 000 kilogrammes, on suit la ligne du tracé passant par ce degré, pris sur l'échelle A B, jusqu'à son intersection *a* avec la première courbe D B; et de ce point on suit l'horizontale jusqu'à l'échelle A D, sur laquelle on trouve, comme division correspondante, 110 millimètres, qui est le diamètre cherché.

Si le pivot devait être en acier, on ferait la même opération, mais en se servant de la deuxième courbe, et l'horizontale passant en *a'* donne 66 sur l'échelle A D des diamètres.

En jetant les yeux sur la table, dont toutes les valeurs ont été déterminées par les formules, on trouve, pour les mêmes données, 109 et 65, soit pour chaque cas 1 mill. de différence, ce qui est tout à fait insignifiant pour la pratique.

Longueur des pivots. — En fixant le diamètre d'un pivot relativement à la charge qu'il supporte, nous n'avons aucunement considéré la longueur qu'il doit avoir, attendu que celle-ci est toujours assez faible pour être négligée, quant à son influence sur l'action de la charge. On sait, en effet, que les corps soumis à ce genre d'effort doivent atteindre une longueur d'au moins dix fois le diamètre, pour que cette longueur oblige à modifier le coefficient de résistance; or, les pivots ne dépassent jamais trois à quatre fois leur diamètre, au maximum.

Par conséquent, il suffira de faire remarquer que cette longueur n'est, le plus ordinairement, que le double ou le triple du diamètre, et qu'elle a souvent beaucoup moins.

Dans l'exemple que nous avons choisi, la partie cylindrique du pivot est dans le rapport de 2 à 1 avec le diamètre, et comprend de plus une gorge tournée en congé qui se raccorde avec l'embase.

La portion engagée dans le gobelet égale environ 1, 5 *d*.

Soit une fois et demi le diamètre.

C'est tout ce qu'il est nécessaire de donner, même en supposant que l'axe puisse être soumis par moment à des efforts qui le soulèvent, en raison d'une disposition particulière des organes de transmission qu'il porte.

Quant à la partie conique qui est renfermée dans le bout inférieur de l'arbre vertical, il importe de lui donner une grande portée, afin qu'elle soit solidement assujétie et qu'elle conserve bien sa verticalité. Il faut d'ailleurs, comme nous l'avons dit, que par l'adhérence seule le pivot se trouve toujours entraîné dans la rotation de l'axe. Aussi nous conseillons de faire cette portée d'une longueur au moins égale à trois fois le diamètre *d* pour les dimensions inférieures, et deux fois dans les grandes dimensions.

PIVOTS DE DIVERS SYSTÈMES

Si tous les pivots se ressemblent quant à leur fonction, ils diffèrent souvent dans leur agencement, et quelquefois dans leur disposition générale. Ainsi, nous en trouvons qui sont renversés, c'est-à-dire qu'au lieu d'appartenir à l'axe qu'ils supportent, ils occupent la place de la crapaudine et sont fixes comme elle; tandis que c'est l'axe qui est évidé dans la partie où le pivot vient s'engager.

Mais les dissemblances portent surtout sur la nature des organes accessoires, comme aussi sur les moyens que l'on a imaginés pour en assurer le graissage.

Nous commencerons par les pivots de fers de meules, qui ne diffèrent de notre type que par quelque agencement de détail, et nous continuerons par les pivots de turbines, qui sont les plus remarquables par les dispositions particulières qu'ils exigent.

PIVOTS DE FERS DE MEULES (FIG. 3 A 7).

Les pivots appliqués aux axes des meules de moulins à farine peuvent être considérés avec leurs crapaudines comme entièrement semblables, quant à leur ensemble, à celui que nous avons présenté comme type, fig. 1 et 2. On remarque seulement quelques différences dans la disposition de la poëlette, proprement dite, à cause de son installation sur les pièces qui servent de base à la construction du beffroi. Mais c'est encore dans les moyens qui sont employés pour soulever le pivot et la meule, que l'on signale des modifications essentielles.

Les fig. 3 et 4 représentent une disposition qui a été adoptée dans la construction des moulins de Corbeil, appartenant à M. Darblay.

La pièce principale A, dans laquelle sont disposées toutes celles qui

composent l'ensemble de la poêlette, est fondue avec une bride *a* encastrée dans la plaque de fondation B du beffroi, qui repose elle-même sur un massif en maçonnerie, dans lequel se trouve pratiqué un évidement pour loger le mécanisme servant à soulever la meule.

Le pivot C du fer de meule D, tourne dans son gobelet en bronze *b*, lequel est exactement ajusté dans un étui cylindrique en fonte *c* qui doit être soulevé avec le fer de meule. Pour effectuer ce mouvement indépendamment des autres pièces, il est disposé pour glisser dans une pièce cylindrique *d*, reposant invariablement sur le fond de la crapaudine A, mais qui peut obéir latéralement à l'action des quatre vis de centrage *e*, taraudées dans le corps principal A.

Dans l'intention que le mouvement vertical de la pièce *c* ait lieu sans la variation que pourrait lui donner le mouvement circulaire du pivot, à cause de la liberté nécessaire dans son ajustement, cette pièce a une forme extérieure à huit pans, ainsi que l'intérieur de celle *d* dans laquelle elle glisse, ce que la fig. 4 fait très-bien voir.

Pour soulever l'étui *c*, et par suite le fer de meule, on fait usage d'une vis E, dont la tête est aussi à huit pans comme la pièce qu'elle doit soulever, et qui est taraudée dans le moyeu d'une roue d'engrenage horizontale F, de façon à lui former écrou. Cette roue est munie d'un pivot *f*, qui a son point d'appui fixe sur la maçonnerie.

Par conséquent, si l'on fait tourner la roue, la charge la maintenant constamment à une même hauteur, la vis sort de son écrou ou s'y engage suivant le sens du mouvement, et la roue, c'est-à-dire l'écrou, ne se déplaçant pas dans le sens vertical, c'est la vis qui monte ou qui descend, et qui soulève ou laisse descendre la pièce *c*, ainsi que le fer de meule.

Pour opérer ce mouvement à la main, il existe un pignon engrenant avec la roue F, dont l'axe est également fixe, et traverse la plaque de fondation B, au-dessus de laquelle il est terminé par un carré sur lequel s'adapte une clef ou un volant-manivelle.

Disons en terminant que toute la partie du mécanisme qui se trouve au-dessus de la plaque est recouverte par une rosace en cuivre mince *g*, pour le garantir des folles farines qui, ainsi qu'on le sait, se déposent en abondance sur la plupart des pièces qui composent le beffroi d'un moulin.

Le détail du système précédent suffirait déjà pour faire comprendre la seconde modification indiquée sur les fig. 5 et 6, laquelle ne peut être considérée que comme un légère variante de la première.

Ce dernier a été adopté par M. Calla dans la construction d'un moulin très-important dont nous avons donné les machines motrices dans le IXe vol., pl. 21 et 22.

La différence que l'on peut remarquer tout d'abord, est dans les roues qui commandent la vis E, qui sont d'angle au lieu d'être droites, par cette simple raison que la manœuvre devait se faire sur la face verticale du massif en maçonnerie, au lieu de s'effectuer au-dessus de la plaque B. En effet,

l'arbre horizontal *h* du pignon F′ est celui qui porte le volant sur lequel on agit pour régler la meule.

Mais il existe aussi un changement qui ne peut être qu'avantageux, c'est que la vis E, au lieu d'être taraudée dans le moyeu de la roue F, qui est évidemment de fonte de fer; a un écrou spécial en fer *i* encastré dans le moyeu de la roue.

Il en est de même des vis de centrage *e* qui ont aussi leur écrou *e′* logé dans la paroi intérieure de la boîte A.

Là, comme généralement, on n'a pas cru nécessaire d'employer l'étui *c* de la disposition précédente, le gobelet en bronze *b* est poussé directement par la vis E, et se trouve ajusté rond dans la pièce *d*, sur laquelle agissent les vis de centrage.

On a pu voir dans le xe volume de ce Recueil, la nouvelle disposition donnée au moulin de Saint-Maur par M. Darblay, le propriétaire actuel de ce moulin. Le caractère distinctif de cette disposition est la commande des meules par la partie supérieure, d'où résulte un système de pivot que nous reproduisons ici, fig. 7, comme point de comparaison avec les précédents.

Pour mieux faire comprendre la disposition spéciale dont nous allons parler, il est utile de rappeler en quoi consiste le mécanisme d'ensemble de l'une des paires de meules qui le composent.

La meule gisante est traversée par un bout d'axe vertical A, qui ne tourne pas, et sert de support à la meule courante en même temps qu'à l'arbre supérieur D, qui constitue réellement l'organe de transmission. La partie inférieure de l'arbre fixe A repose dans une crapaudine, contre laquelle s'exerce le mouvement de la vis qui règle l'écartement des deux meules.

L'arbre de commande D transmet le mouvement de rotation à la meule par la nille B, qui se trouve entraînée par un manchon en fonte *b*, clavete à la partie inférieure de l'arbre D.

Or, le point d'appui de ce mouvement est pris sur l'arbre fixe A, qui est garni à sa partie supérieure par un gobelet en bronze *a* dans lequel pénètre un mamelon ménagé à la nille, et qui lui forme exactement pivot. Ainsi c'est la nille qui constitue la partie tournante en s'appuyant sur l'arbre fixe A, remplissant de cette façon le rôle de crapaudine.

Mais comme il doit exister entre la nille et l'arbre D qui la commande une liberté de mouvement en vue du nivellement de la meule, cet arbre n'y possède qu'un point d'appui au moyen du pointal C, se logeant dans la fraisure pratiquée dans la nille. Le pointal C a une forme conique très-prononcée, tant pour lui réserver de la force à son ajustement dans l'arbre creux D, que pour rendre aussi faible de diamètre que possible l'évidement fait dans la nille pour le recevoir.

Par conséquent le pivot C n'a pas de mouvement relatif par rapport à la nille B, puisqu'il tourne avec elle, ainsi que l'arbre D; il a pour

fonction unique de supporter cet arbre, tout en laissant à la nille la liberté d'osciller légèrement suivant l'influence de la meule courante.

PIVOT DE LA TURBINE FOURNEYRON (FIG. 8 A 11).

La turbine de M. Fourneyron, comme un certain nombre d'autres, a son axe supporté par une crapaudine placée à sa partie inférieure, sur le fond même du bief d'aval; cette crapaudine se trouve, par conséquent, entièrement plongée dans l'eau, ainsi que le pivot.

Par ce fait, comme par la grande vitesse de l'axe dont la charge est souvent considérable, le graissage est difficile et ne doit jamais faire défaut. Aussi, M. Fourneyron a-t-il imaginé une disposition toute spéciale avec laquelle le graissage peut se maintenir convenablement, tout en laissant la facilité de soulever l'axe tout entier.

Les fig. 8 à 11 représentent le pivot et sa crapaudine, tels qu'ils ont été appliqués aux turbines du moulin de Saint-Maur (nous avons déjà montré cette disposition en décrivant la turbine elle-même, à la fin du 1er volume de ce Recueil et dans le *Traité des Moteurs hydrauliques*).

La fig. 8 est une coupe verticale de la crapaudine parallèlement au levier de soulagement, avec la partie inférieure de l'axe de la turbine.

La fig. 9 est une seconde coupe verticale faite perpendiculairement à la précédente.

La fig. 10 est une coupe horizontale partielle suivant 1-2, indiquant l'ajustement du gobelet B dans son coussinet D.

La fig. 11 est un détail du grain d'acier sur lequel repose le pivot.

L'arbre A de la turbine est garni à sa partie inférieure d'un disque *a* en acier, dont la surface inférieure est concave, et qui constitue la partie frottante, ou le pivot proprement dit. C'est par ce disque que l'axe repose, en effet, sur un grain en acier *b* terminant la partie supérieure d'un gobelet B, percé d'une mortaise rectangulaire pour le passage du levier C, par lequel on soulève l'ensemble de l'axe avec la turbine, son prolongement et tous les organes de transmission.

Mais ici le pivot n'est point engagé dans le gobelet de façon que celui-ci puisse le retenir latéralement, comme cela a lieu ordinairement, et comme l'indique le modèle fig. 1; il est, au contraire, entouré d'une virole *c* qui lui forme un rebord saillant venant embrasser le grain et même le gobelet B; c'est donc une disposition inverse à celles habituelles, dans lesquelles le pivot est l'organe pénétrant. On verra plus bas que c'est précisément en vue du graissage que cette disposition a été imaginée et appliquée, du reste avec succès par M. Fourneyron.

Le gobelet B représente extérieurement un cylindre bien tourné et glissant à frottement doux dans une longue douille D, qui est maintenue dans le siége E de la crapaudine; comme cette douille est terminée des deux bouts par des collets ménagés pour l'empêcher de céder au mouvement

vertical, le siége du corps E est formé de deux parties qui sont réunies par des boulons *d*, comme les deux moitiés d'un manchon d'assemblage; le siége porte aussi en *e* les points d'appui du levier C, et repose directement sur une assise en maçonnerie.

Avant d'aller plus loin et de décrire les moyens réservés pour le graissage, résumons ce que nous venons de dire pour bien faire comprendre ce qui se passe dans le fonctionnement de ces organes.

Le levier C, prenant son point d'appui fixe en *e*, sur le siége en fonte E, est prolongé de l'autre côté d'une quantité suffisante, afin de diminuer l'effort à exercer pour le faire agir; cette extrémité est rattachée pour cela à une tige filetée, par laquelle on peut alors le soulever facilement à l'aide d'un écrou que l'on fait tourner. Or, comme ce levier traverse le gobelet B ainsi que la douille D, ce gobelet doit se soulever nécessairement avec lui, mouvement qui s'effectue par le glissement du gobelet dans la douille D, et qui a pour résultat de relever l'axe de la turbine.

Voyons maintenant ce qui est relatif au graissage.

L'huile est amenée d'un réservoir placé beaucoup plus haut que le pivot par un tube ou conduit F, qui débouche à la partie inférieure du gobelet B, auquel il a été ménagé un vide *f*, au-dessous de la mortaise que traverse le levier C. Par conséquent cette espèce de chambre se remplit d'huile; et, comme celle-ci a une charge due à la hauteur du réservoir, elle s'élève en passant par des trous *g* pratiqués dans le gobelet, de chaque côté de la mortaise, jusque dans la chambre *f'*, semblable à la précédente, mais qui se trouve justement au-dessous du grain *b*.

De cette dernière capacité l'huile s'élève encore en vertu de sa pression et parvient à la surface supérieure du grain en contact avec le pivot, en passant par des cannelures ou rigoles *h* pratiquées sur sa circonférence. (Voyez fig. 8 et 11.)

L'huile peut ainsi être fournie continuellement, et en quantité qui peut être réglée suivant la hauteur que l'on donne au réservoir, de laquelle hauteur dépend la pression qu'elle exerce pour s'élever jusqu'au pivot; et de plus, elle est complétement isolée de l'eau dans laquelle tout l'appareil est néanmoins plongé.

Mais comme cette huile doit être renouvelée, et qu'elle doit pouvoir s'échapper d'elle-même des surfaces en contact, le disque en acier *a* qui garnit le bout de l'arbre est percé à son centre d'un trou *i* (fig. 9), qui correspond à un évidement *j* ménagé au centre de l'arbre A; et ce dernier est lui-même en communication avec l'extérieur par un trou transversal *k*, qui traverse l'arbre.

C'est en suivant ce chemin, le seul qui lui soit réservé, que l'huile, toujours sollicitée par sa pression initiale, peut quitter les surfaces en contact, goutte à goutte, et au fur et à mesure qu'elle atteint le centre du pivot.

Cette explication, et les figures qui représentent le mécanisme dans tous

ses détails, suffiront probablement pour en faire comprendre tout le mérite. On a quelquefois, il est vrai, objecté sa complication. Mais ce reproche, le seul, du reste, qu'on lui ait adressé, n'a pas d'importance en présence des bons résultats obtenus, car, excepté les pivots en dessus, dont nous allons parler, aucune autre disposition n'a peut-être aussi complétement rempli le but que l'inventeur s'est proposé d'atteindre.

Il ne nous reste qu'à faire remarquer la grande dimension de ce pivot, comparativement à celles qui se rencontrent généralement et à celles déterminées par la règle pratique donnée ci-dessus.

En effet, son diamètre correspond à une pression qui ne représente guère qu'une charge de 70 à 80 kilogrammes par centimètre carré au lieu de celle de 300 kilog. qui est souvent admise.

Mais ici c'est plutôt la disposition même que la résistance à la charge qui a conduit à fixer le diamètre. En se basant sur nos données, au lieu de 130 qu'il possède, ce pivot eût été réduit à 70 millimètres environ, dimension trop réduite pour se prêter à l'agencement actuel.

M. Fourneyron, en adoptant de telles proportions, a eu surtout en vue d'éviter l'échauffement et par suite l'adhérence ou le grippement du pivot et de son grain. Il a compris qu'il était infiniment préférable, pour un tel mécanisme fonctionnant sous l'eau et par cela même presque toujours inabordable, de donner une grande section au pivot, afin de réduire autant que possible la pression sur chaque centimètre carré de surface en contact, et d'être ainsi plus certain d'un graissage régulier et continu.

PIVOT DE LA TURBINE FONTAINE (FIG. 12 ET 13).

Frappé des difficultés que l'on éprouve à disposer un pivot sous l'eau et à l'entretenir dans un état convenable, M. Fontaine, bien connu comme constructeur de turbines, a eu la pensée de placer ce pivot hors de l'eau, en l'établissant soit isolé au-dessus du bief d'aval, soit tout à fait au-dessus du bief d'amont.

Ayant construit des turbines suivant la première de ces combinaisons, c'est-à-dire avec le pivot élevé au-dessus du niveau d'aval, et en quelque sorte enfermé dans une enveloppe conique qui entourait l'arbre, il adopta l'idée d'un ingénieur, M. Arson, qui avait imaginé de placer le pivot à la partie supérieure de l'arbre, et par conséquent au-dessus du niveau du bief d'amont.

Cette disposition, complétement améliorée et transformée par M. Fontaine, est arrivée au point de perfection où nous la montrons aujourd'hui sur les fig. 12 et 13.

Le principe de cette nouvelle disposition a été déjà démontré dans ce même ouvrage en décrivant la turbine de M. Fontaine, laquelle en était munie, mais sous une forme quelque peu différente de celle-ci, au moins quant aux agencements particuliers.

On a donc pu voir que cette disposition d'un pivot en dessus consiste dans un arbre creux en fonte A, sur lequel est calée la turbine, et qui tourne avec elle; et dans l'intérieur de cet arbre, un support ou deuxième arbre B, mais complétement fixé, ayant son point d'appui au-dessous de la turbine, et servant uniquement à recevoir la crapaudine à sa partie supérieure. Le pivot C est considéré comme solidaire de l'arbre creux A, qui forme à l'endroit de son ajustement une partie oblongue, mais plate et ouverte de part en part, suffisante pour loger aussi la crapaudine D.

La fig. 12 est une section verticale de cette partie de l'arbre de la turbine, faite dans le sens parallèle à son aplatissement;

La fig. 13 est une seconde section faite perpendiculairement à la précédente.

D'après ce premier aperçu il est facile de concevoir comment le mécanisme fonctionne. L'arbre A qui est celui réellement moteur, est guidé en deux points de sa longueur, et se trouve maintenu indépendamment de son pivot, dont le support ou point d'appui B est lui-même guidé à l'intérieur de l'arbre creux. L'arbre A est un peu prolongé au-dessus de son évidement pour se rattacher par un manchon à un arbre en fer plein ordinaire, qui s'élève alors à une hauteur convenable pour porter les organes de la tranmission. Mais on met souvent, et nous dirons même autant que possible, au-dessous de la cage du pivot, un engrenage moteur qui transmet la plus grande partie de la puissance de la turbine.

Le pivot ainsi placé a donc tous les avantages que l'on puisse attendre de sa position tout à fait hors de l'eau, c'est-à-dire qu'il peut être visité à tout instant, et que son graissage est ramené aux procédés ordinaires.

Mais il n'en possède pas moins la propriété de pouvoir servir à soulager la turbine en la soulevant avec tout son équipage.

Pour cela la tige dont le pivot fait partie est logée librement dans la partie supérieure de l'arbre A, qui s'y trouve aussi alésé cylindriquement pour la recevoir; cette tige est filetée et munie d'un fort écrou E, qui s'appuie par sa base supérieure contre un bossage *a*, formant comme le prolongement de la partie ronde de l'arbre, à l'intérieur de la cage.

La charge entière reposant sur cet écrou, et de là sur le pivot, maintient ces pièces constamment en contact. Par conséquent, si l'on vient agir sur l'écrou en le faisant tourner, de façon à modifier sa hauteur sur la tige filetée, l'arbre A le suit inévitablement en s'élevant ou s'abaissant, suivant qu'on élève l'écrou ou qu'on le fait descendre.

Le pivot se met en place en l'introduisant par la partie supérieure de l'arbre qui est percé jusqu'au haut, ainsi qu'on vient de le voir. Mais après s'être arrangé pour que sa longueur totale, y compris la tige filetée, n'excède pas la hauteur de l'ouverture de la cage, on a adopté une disposition qui permet de le faire sortir de sa place par cette ouverture même, et sans rien démonter du mécanisme. Il serait impossible, en effet, de faire repasser le pivot par le trou central de l'arbre lorsque celui-ci est surmonté d'un

arbre vertical prolongé. Par conséquent, pour rendre ce démontage facile, en cas de réparation, la portée *a* ménagée à l'intérieur de la cage est coupée suivant son centre et complétée par un chapeau *a'*, qui forme comme un demi-collier rapporté au moyen de boulons.

D'après cela, lorsqu'on veut retirer le pivot, on commence par passer des supports au-dessous de la turbine, ou au-dessous du premier engrenage, de façon à soutenir l'ensemble du mécanisme; puis on détourne l'écrou E dans le sens qui convient pour faire remonter le pivot dans le vide qui doit toujours être réservé entre lui et l'arbre de prolongement. Lorsque l'écrou est assez descendu pour pouvoir remonter le pivot et le dégager de la crapaudine D, on retire celle-ci ; on peut alors abaisser le pivot assez bas pour que sa partie supérieure arrive à la hauteur de la partie démontante *a'*, laquelle ayant été retirée laisse passer le pivot par l'ouverture de la cage.

Il nous reste à indiquer la disposition de la crapaudine D, qui a reçu de très ingénieux perfectionnements depuis l'établissement des premières turbines ainsi montées.

Dans les premières applications de ce système de pivot, le gobelet destiné à le recevoir était ménagé à la partie supérieure de l'arbre fixe lui-même. Mais actuellement, les constructeurs ont imaginé une disposition infiniment préférable.

La crapaudine D est une pièce fondue à part qui s'ajuste à l'extrémité de l'arbre fixe B, mais qui possède un diamètre beaucoup plus considérable de façon à présenter une très-grande capacité pour l'huile, ce qui ne pouvait pas avoir lieu quand l'arbre en tenait lieu lui-même.

La pièce D forme intérieurement un petit croisillon à quatre branches, dont le moyen central *b* est percé d'un trou cylindrique et garni d'une virole en bronze *c*, pour recevoir et guider le pivot. Celui-ci vient reposer ensuite sur un grain d'acier *d* incrusté dans le fond de la crapaudine D.

Remarquons encore que la crapaudine D étant ajustée à l'intérieur de l'arbre creux A, elle en éprouve le mouvement de rotation, et celui du glissement, lorsqu'on soulage la turbine. Aussi cet arbre est-il garni à l'endroit de l'ajustement par une virole en bronze *e*, faisant l'office de coussinets.

En résumé on peut voir que tout est prévu dans la construction de ce pivot, pour rendre les fonctions régulières, par un entretien facile, et la possibilité de remplacer au besoin chaque pièce détériorée par l'usure.

Les constructeurs ont ainsi fait tout ce qui était nécessaire pour rendre entièrement indépendantes des pièces principales, toutes celles qui sont susceptibles d'une prompte destruction.

A part l'ancienne turbine Fontaine publiée dans le IIIe volume de ce recueil, on a pu voir les nouvelles turbines de MM. Fontaine et Brault publiées dans celui-ci, avec leur nouveau système de vannage à rouleau avec fermeture en gutta-percha.

PIVOTS DE GRUES.

Les pivots appliqués aux grues ont une très-grande importance, considérés sous le rapport des charges énormes qu'ils sont appelés à supporter parfois et de la sécurité qu'ils doivent présenter; mais ils possèdent aussi cette particularité essentielle, que leur vitesse de rotation peut être considérée comme nulle; ce sont à peu près de simples supports à l'égard desquels on peut faire abstraction du mouvement jusqu'à un certain point.

On remarque, en effet, que les charges qu'ils supportent par unité de surface, sont bien inférieures à celles des pivots ordinaires, animés d'une vitesse de rotation appréciable, et avec lesquels on cherche à diminuer les résistances passives.

Ainsi, pendant que le pivot Fontaine, décrit ci-dessus, supporte une charge qui peut être évaluée à près de 400 kilog. par centimètre carré, nous trouvons des grues dont le pivot n'en supporte pas 100. Mais aussi le pivot de turbine tourne rapidement et celui de la grue tourne à peine.

Souvent, d'ailleurs, le pivot d'une grue est fondu de la même pièce que le bâti de la machine même, et dans ce cas la solidarité des deux pièces, comme l'espèce de matière employée, sont des motifs suffisants pour conserver de fortes dimensions.

Nous commencerons par décrire le pivot de la grue construite dans les établissements Cavé, dont nous avons donné le dessin complet pl. 16 de ce volume.

PIVOT D'UNE GRUE CONSTRUITE EN FONTE (FIG. 14).

On a pu voir que la grue, de laquelle il est actuellement question du pivot, a son axe principal A en fonte de fer qui se prolonge au-dessous du sol, auprès duquel il est guidé, et porte avec lui son pivot B. Ce dernier est engagé dans une boîte C, ajustée dans une forte crapaudine D, où l'on règle son centre au moyen de clavettes verticales *a* qui forment coin et pénètrent dans les deux pièces.

La boîte C représente exactement le gobelet en bronze D, que nous avons eu l'occasion d'examiner fig. 1re. Mais le fond de la crapaudine sur lequel il repose est évidé, de façon à rendre son dressage plus simple et surtout pour en assurer le contact parfait.

Ce pivot de fonte, comme la pièce de laquelle il dépend, est néanmoins garni d'une semelle en acier *b*, qui s'y trouve ajustée ou plutôt retenue au moyen d'une nervure à queue *c*. Par cette semelle il s'appuie sur une pièce du même métal *d*, ayant la forme d'une lentille, et interposée entre elle et le grain *e* qui garnit le fond du gobelet C.

Cette disposition a pour but de rendre la rotation plus facile, en empêchant les pièces en contact de s'entraîner par l'énorme friction qui résulte de la charge sur le pivot. Il résulte, en effet, de l'interposition de la pièce

d que, si l'intensité de la charge faisait gripper le pivot sur elle et l'entraînait, celle-ci par sa forme pourrait ne pas en faire autant du grain *e*, d'où la liberté de la rotation serait encore conservée.

Il sera utile de faire remarquer ici que les proportions de la crapaudine sont très-considérables, même en dehors de celles demandées par le diamètre du pivot.

La raison en est que dans le travail d'une grue la charge n'est pas simplement verticale, mais qu'elle agit aussi latéralement et avec une très-grande énergie; et comme la rupture qui pourrait s'ensuivre donnerait lieu à de très-graves accidents, on doit plutôt exagérer la force du support que de se maintenir dans des limites simplement suffisantes.

La même raison existe aussi pour donner au pivot une dimension que nous avons dit être bien au-dessus de celles que l'on adopterait, à charges égales, dans une application d'un autre genre, la charge pouvant s'élever, comme on a pu le voir, à 30 000 kilogrammes, non compris le poids propre de la grue.

PIVOT ET CRAPAUDINE D'UNE GRUE CONSTRUITE EN TOLE (FIG. 15).

Cette disposition est due à M. Lemaître, de regrettable mémoire. Elle était appliquée à une grue à pivot supérieur, c'est-à-dire n'ayant pas de fusée prolongée dans le sol, au-dessus duquel se trouve au contraire une colonne fixe servant de guide à l'axe, qui est alors creux.

Cette colonne A est construite en tôle de fer de 10 mill. d'épaisseur; elle est cylindrique dans la moitié inférieure de sa hauteur environ, et conique dans l'autre moitié. A la partie supérieure se trouve fixé un plateau en fonte B, dont le milieu présente l'évidement nécessaire pour recevoir le pivot C et lui former crapaudine.

La réunion du plateau B avec la colonne ou fusée A a lieu par des rivets qui traversent la tôle et le rebord du plateau. Cependant l'application des deux parties l'une contre l'autre a lieu par l'intermédiaire d'une virole en fer forgé *a*, destinée à racheter par sa forme la dissemblance de leurs formes, dont l'une est cylindrique et l'autre conique, car on admet que le plateau ne peut être mis en place qu'en l'introduisant par la partie supérieure de la colonne.

Quant au pivot C, il appartient au corps de la grue et se trouve fixé vers la partie supérieure de l'axe qui doit entourer la colonne A, autour de laquelle il tourne et qui lui sert de guide.

PIVOT RENVERSÉ APPLIQUÉ A UNE GRUE (FIG. 16).

Le système de pivot que nous allons mentionner ici appartient à une grue ayant une disposition complétement identique à celle dont on vient

de voir précédemment le pivot. C'est, en effet, une grue montée sur un chariot et qui peut se déplacer en roulant sur un chemin de fer *ad hoc*: seulement elle est construite en fonte au lieu de tôle comme celle établie par M. Lemaître.

Mais elle se compose encore d'une colonne centrale A, dépendante du chariot qui la rend locomobile, et de son bâti principal. La tête B de ce bâti n'est autre qu'une colonne creuse entourant celle A, qui lui sert de guide dans son mouvement de rotation sur le pivot C.

Ce pivot offre ici ce caractère distinctif, qu'il est renversé ainsi que le montre la figure; il est monté sur la colonne fixe A par une portée conique C', que la charge maintient toujours suffisamment serrée dans son ajustement.

On adopte volontiers cette disposition pour rendre le graissage plus aisé, suivant la forme même des pièces de la machine. Le gobelet D est en bronze, rapporté dans la colonne ou chape B, et garni de son grain d'acier *a*; un trou *b*, qui s'y trouve ménagé au centre vient déboucher à l'extérieur dans un godet *c* appartenant à la pièce B, et par lequel on introduit l'huile pour lubrifier le pivot.

De cette façon, le pivot quoique entièrement caché, peut être facilement entretenu. On a aussi la précaution de couvrir le godet graisseur *c*, pour éviter que la poussière ne puisse s'y introduire.

On peut remarquer encore que les efforts latéraux que peut éprouver la grue ne sont pas ressentis par le pivot, attendu que la chape tournante B s'ajuste concentriquement avec la colonne fixe A, au moyen d'une fraisure *d* dans laquelle pénètre une portée cylindrique *e*, appartenant à la colonne A.

PIVOT D'UNE GRUE CONSTRUITE EN BOIS (FIG. 17 ET 18).

Les fig. 17 et 18 représentent en coupes verticale et horizontale l'assemblage du pivot d'une grue, dont le bâti principal est construit en bois. L'exemple que nous choisissons est emprunté à une grue dont la puissance nous est connue, ce qui permettra d'en mieux faire l'appréciation.

C'est un appareil employé dans une fonderie de fer, et qui peut soulever une charge maximum de 6,000 kilogrammes. L'axe vertical en bois A est muni à chacune de ses extrémités d'un tourillon en fer dont l'un, celui inférieur B, forme pivot et repose sur le sol, et l'autre supérieur, est maintenu dans un collier rattaché à la charpente du bâtiment. Nous avons donc à nous occuper spécialement du premier, c'est-à-dire du pivot comme fonction et pour son assemblage avec la pièce de bois qui constitue l'axe tournant de la grue.

Il appartient à une pièce en fer cylindrique, d'une longueur suffisante pour pénétrer dans le bout de l'axe A, où il est fortement serré par une clavette *a*, chassée entre deux contre-clavettes à mentonnets *b* qui le tra-

versent ainsi que la pièce de bois. La mortaise percée dans le bois pour leur passage est garnie sur les deux faces de deux plaques de fer entaillées *c*, et fixées par des vis à bois ordinaires.

A l'aide de ces garnitures métalliques on peut exercer un serrage énergique, ce qui ne pourrait pas avoir lieu avec le bois seul, qui s'écraserait sous ces efforts.

Le serrage de la clavette a pour effet de solliciter la fusée du pivot à porter par son embase contre le bout de l'axe, lequel est aussi garni d'une virole en fer *d*, qui l'emboîte entièrement pour le serrage de l'embase, et pour empêcher que le bois ne se fende ou ne s'ouvre en s'écrasant.

La crapaudine est une pièce de fonte C, formée d'un mamelon évidé pour recevoir le pivot, et d'une semelle supérieure entaillée à fleur d'une pierre de fondation D.

Cette disposition est simple et assez ordinaire, mais elle n'est pas sans inconvénient : car il est évident que la crapaudine étant justement à la hauteur du sol, il est fort difficile de maintenir son graissage en bon état, surtout dans une fonderie dont le sol est dans toute son étendue couvert de sable à mouler.

Mais, outre qu'il est avantageux de profiter de la charpente du bâtiment pour y rattacher l'extrémité supérieure de l'axe de la grue, ce qui rend sa construction plus simple, et permet d'avoir le pivot à la hauteur du sol sans prolonger l'axe au-dessous, on a besoin aussi d'une traverse supérieure exactement horizontale pour y établir un chariot mobile auquel la charge est suspendue, ce qui rend la portée variable en permettant de rapprocher cette charge ou de l'éloigner de l'axe, à volonté.

PIVOT RENVERSÉ APPLIQUÉ A UNE GRUE LÉGÈRE (FIG. 19).

Dans certaines applications il y a avantage à employer des pivots renversés dans le genre de celui représenté par la fig. 19, lequel appartient à une petite grue construite en bois, et appliquée au service de forges ordinaires d'un atelier de construction.

L'axe tournant A de la grue est en bois et garni à sa partie inférieure d'une crapaudine en fer *a*, dans laquelle s'engage le pivot B. Celui-ci fait partie d'une plaque *b* par laquelle on le fixe sur le sol au moyen de quatre boulons à scellement *c*.

En adoptant une telle disposition on a eu pour but d'éviter le grave inconvénient qui résulterait de l'emploi d'un pivot ordinaire, avec un sol chargé de poussière, laquelle ne tarderait pas à encrasser la crapaudine et à détruire complétement le fonctionnement du pivot.

Aussi ce système sera-t-il appliqué souvent, et chaque fois qu'il s'agira d'un emplacement où l'entretien de la crapaudine ordinaire ne serait pas possible ou demanderait des soins incessants ; on doit s'en servir pour des

portes, par exemple, ou des barrières tournantes. Mais il faut renoncer à l'utiliser pour de fortes charges ou des rotations vives, attendu que son graissage ne peut pas se maintenir.

PIVOT D'UNE PLAQUE TOURNANTE DE CHEMIN DE FER (FIG. 20).

Cet exemple est emprunté à un système de plaques tournantes en fonte employées dans les chemins de fer et construites en Angleterre.

Il est choisi pour cette particularité qu'il présente, qu'au lieu d'avoir été simplement ajusté par une portée conique ou cylindrique avec embase dans la pièce qu'il supporte, il s'y trouve rattaché au moyen de boulons, lesquels supportent nécessairement la charge avant lui.

La raison qui semble avoir motivé cette disposition est la faculté que le constructeur a voulu réserver de régler à volonté la hauteur de la plate-forme, dont A est le moyeu.

Le pivot C s'y trouve ajusté par une partie cylindrique d'un plus grand diamètre que lui-même; il est terminé à la partie supérieure par une large embase ronde *a*, par laquelle quatre boulons *b* l'assemblent au moyeu A de la plate-forme.

La crapaudine B est une pièce de fonte cylindrique ayant pour semelle quatre oreilles *c*, par lesquelles on la boulonne sur un croisillon fixe en fonte D, appartenant au bâti circulaire de la plaque. La crapaudine est comme toujours garnie d'un grain d'acier *d*; son collet supérieur est évidé de façon à former une portée *e* et recevoir le collier du croisillon, auquel sont fixés les galets nécessaires au roulement de la plaque.

Par conséquent l'ajustement du pivot étant cylindrique, il peut permettre à la plate-forme de monter ou descendre d'une certaine quantité, en agissant sur les écrous des boulons *b*.

Maintenant ce pivot se trouvant complétement couvert, et sa crapaudine inabordable sans démontage, on s'est réservé néanmoins la possibilité de graisser en perçant un trou oblique *f* qui part du bout supérieur, tourné en forme de godet *g*, et vient percer au bas de la partie cylindrique d'ajustement. D'après cela, l'huile que l'on verse en *g* s'introduit par le trou *f*, et vient couler sur le sommet de la crapaudine, d'où elle ne tarde pas à pénétrer dans l'intérieur.

Comme il est aisé de s'en apercevoir, ce pivot fait partie de ceux à rotation lente, et possède un diamètre relativement très-fort, surtout en considérant que la charge supportée par la plaque repose principalement sur les galets.

PIVOT D'UNE BROCHE DE FILATURE (FIG. 21).

On sait que les broches des métiers à filer, bancs à broches, mulls-jenny et continus, tournent avec une extrême rapidité et sont en très-grand nombre. Malgré leur peu de poids individuel, un excès de frotte-

ment de la part de leur pivot absorberait néanmoins une très-grande force par leur multiplicité et la rapidité de leur rotation ; on a donc le plus grand intérêt à réduire, autant que possible, la dimension de ces pivots, tout en maintenant leur entretien parfait.

On peut donner aux pivots des broches une forme complétement conique, ainsi que l'indique la figure. La broche A est d'abord réduite de diamètre, puis son extrémité est terminée en pointe, mais peu aiguë. Cette pointe est engagée dans un petit gobelet en bronze B, tourné à sa partie supérieure pour recevoir l'huile, et est ajusté dans une traverse en fonte C, appartenant au bâti du métier.

L'exemple que nous avons choisi est pris d'un banc à broches en gros, dont les broches ont, par conséquent, un diamètre plus considérable que dans les métiers avec lesquels on file les plus hauts numéros.

Cette méthode, qui consiste à rendre un pivot complétement pointu, ne peut convenir que dans une application analogue, où le mouvement est rapide et la charge faible, et même avec ces deux conditions, lorsqu'on tient à réduire infiniment la quantité de travail absorbée. Elle exige, du reste, que le graissage soit toujours parfait, sans quoi le pivot s'userait rapidement, et pourrait s'échauffer jusqu'au point de rougir.

PIVOT SPHÉRIQUE APPLIQUÉ A UN MÉTIER A FAIRE LES CANETTES (FIG. 22).

Nous terminons cette liste d'exemples par un pivot d'une nature tout à fait exceptionnelle et d'une application peu fréquente. C'est un pivot dont la forme sphérique le tient comme emprisonné dans une boîte dite à rotule, dans le but d'empêcher les variations verticales de l'axe qu'il supporte.

Celui-ci appartient à un métier, dit *à faire les canettes*, pour une machine de filature. L'axe A est celui qui porte la canette; son extrémité inférieure se termine par une partie sphérique *a*, engagée dans une boîte en bronze *b*, de même forme intérieure et nécessairement en deux parties, qui sont serrées l'une contre l'autre, au moyen d'une vis de pression *c* servant en même temps à les fixer dans la pièce B, rattachée au bâti de la machine.

Le motif de cette disposition particulière est que, lorsque la canette est chargée, un mouvement de débrayage vient opérer en la soulevant pour l'enlever de l'axe A qui la porte, et que ce mouvement donne à l'axe une tendance à s'élever aussi, et à sortir, par conséquent, de sa crapaudine. C'est pour éviter qu'il ne se déplace que cette disposition a été imaginée, ce qui n'empêche pas toutefois que le mouvement de rotation soit extrêmement doux et facile, en même temps que très-rapide, comme la confection des canettes l'exige.

OBSERVATION.

Nous bornons là le travail que nous nous sommes proposé de faire à l'égard des pivots, lesquels, d'ailleurs, ne présentent pas autant de variétés que la plupart des organes principaux des machines. On a pu voir que leurs particularités distinctives résidaient plutôt dans les dispositions diverses qu'affectent les crapaudines dans chacune des applications, que dans le pivot lui-même pour lequel, seul, nous avons cherché à établir les règles que l'on a pu voir au commencement de cet article.

Mais nous y ajoutons, comme complément indispensable, un travail relatif à la méthode que l'on doit employer pour apprécier d'une façon suffisamment exacte, en pratique, la quantité de travail qu'un pivot absorbe par son frottement, résistance passive dont l'intensité atteint souvent un degré qui ne peut pas être négligeable.

RÈGLE PRATIQUE ET TABLE

POUR DÉTERMINER LA QUANTITÉ DE TRAVAIL ABSORBÉ PAR LE FROTTEMENT D'UN PIVOT.

Ayant cherché à faire ressortir l'importance qu'il peut y avoir à réduire le diamètre d'un pivot qui tourne rapidement, afin de diminuer la quantité de travail qu'il absorbe par son frottement, il est utile de faire connaître les moyens que l'on peut employer pour évaluer cette résistance passive, ainsi que nous l'avons fait à l'égard des tourillons, en parlant des roues hydrauliques (vol. II, p. 468).

La méthode de détermination du frottement d'un pivot et du travail qu'il absorbe est complétement identique à celle qui convient aux tourillons disposés horizontalement, si ce n'est toutefois que, pour le pivot, la figure circulaire de la surface frottante s'oppose à l'évaluation directe d'une vitesse unique, qui puisse servir à calculer le chemin parcouru par la charge.

Dans tous les cas, la quantité de travail absorbée par un axe tournant étant toujours égale au produit de la charge par le coefficient de frottement, multiplié par la vitesse linéaire de la surface frottante, M. Morin indique qu'il convient d'adopter, pour un pivot, les 2/3 de la vitesse qu'il possède à sa circonférence, pour celle qui doit entrer comme élément dans le calcul du travail absorbé par le frottement.

Par conséquent, appelant,

P la charge supportée par le pivot, en kilogrammes;

n le nombre de révolutions du pivot par minute;

d le diamètre du pivot, exprimé en mètres;

f le coefficient de frottement, qui varie d'après l'état des surfaces en contact, et que l'on peut supposer moyennement égal à 0,075 pour

les tourillons en fer sur coussinets en bronze ou en fonte, avec un graissage bien entretenu;

K la quantité de travail absorbée, exprimée en kilogrammètres,

la formule pratique devient :

$$K = \frac{2}{3} \times \frac{\pi d n}{60} \times fP = 0{,}0349\ dnfP$$

ce qui revient à la règle suivante :

Prenez les 2/3 de la vitesse par 1″ à la circonférence du pivot, et multipliez le résultat par la charge en kilogrammes et par le coefficient de frottement.

Premier exemple. — Quelle quantité de travail absorbe le pivot d'un fer de meule dans les conditions suivantes :

Diamètre du pivot.........	d =	0m03
Charge..................	P =	1200 kil.
Vitesse de rotation par 1′...	n =	120 tours.

D'où l'on trouve :

$$K = 0{,}0349 \times 0{,}03 \times 120 \times 0{,}07 \times 1200 = 10{,}55 \text{ kilogrammètres.}$$

Deuxième exemple. — Quel effort est-il nécessaire de développer pour faire virer une grue, avec laquelle :

Le diamètre.................	d =	0,120
La charge..................	P =	10000 kil.
La vitesse..................	n =	5 tours par 1′.

le pivot en fer tourne dans une crapaudine de fonte, et en admettant que l'entretien du graissage soit assez peu soigné, d'où par suite le coefficient $f = 0{,}09$ au lieu de 0,08.

On trouve de même pour l'effort cherché,

$$K = 0{,}0349 \times 0{,}120 \times 5 \times 0{,}09 \times 10000 = 18{,}8 \text{ kilogrammètres,}$$

soit, plus que la force de deux hommes.

En résumé, la quantité de travail absorbée par le frottement est donc proportionnelle à tous les éléments qui entrent dans le calcul de son estimation, c'est-à-dire à la charge, au diamètre, à la vitesse de rotation et au coefficient de frottement.

Il devient facile d'évaluer maintenant ce que l'on aurait perdu, si dans le premier exemple le pivot avait été plus fort, qu'il eût eu 40 millimètres, par exemple. Il suffirait de multiplier le résultat trouvé plus haut par

le rapport des diamètres, pour avoir celui correspondant au deuxième diamètre,

$$\text{soit } 10^{km}55 \times \frac{40}{30} = 14{,}07,$$

$$\text{soit différence en plus} = 14{,}07 - 10{,}55 = 3{,}52 \text{ kilogrammètres.}$$

Or, en admettant que la force d'un cheval-vapeur consomme seulement 3 kilogrammes de charbon par heure, cet excès de résistance passive coûterait par année et par paire de meules (puisqu'il s'agit d'un moulin), pour une marche de 20 heures par jour en moyenne :

$$3^k \times 20^h \times 365^j \times \frac{3{,}52}{75} = 1027 \text{ kil. de charbon.}$$

Supposons encore que l'on ait donné à un pivot en fer devant supporter une charge de 10,000 kilog., avec une vitesse de 50 révolutions par minute, un diamètre de 0,15, au lieu de 0^m10, et qu'il soit dans un médiocre état d'entretien, au lieu d'être parfaitement graissé, auquel cas le coefficient $f = 0{,}10$ au lieu de 0,07 à 0,08,
on aurait :

$$K = 0{,}0349 \times 0{,}15 \times 50 \times 0{,}10 \times 10{,}000 = 26{,}175 \text{ kilogrammètres,}$$

tandis que l'on n'aurait que

$$K = 0{,}0349 \times 0{,}10 \times 50 \times 0{,}07 \times 10{,}000 = 12{,}215 \text{ kilogrammètres,}$$

c'est-à-dire plus de moitié de force absorbée avec le diamètre de 0^m10 et un bon entretien de graissage.

Il est donc très-important de ne donner aux pivots que les dimensions suffisantes pour résister convenablement à l'écrasement et à l'usure, comme aussi de les entretenir en bon état de graissage, pour ne pas s'échauffer par une forte pression sur un diamètre trop petit.

Afin d'éviter le calcul dans l'appréciation du travail absorbé par les pivots, nous donnons la table suivante, pour la confection de laquelle nous avons pris comme base une unité fixe, qui est la quantité de travail absorbée par le frottement d'un pivot de 10 millim. de diamètre, tournant avec une vitesse de 100 révolutions par minute, et supportant une charge de 100 kilogrammes ou de 1 quintal métrique.

Cette valeur étant égale à 0,262 kilogrammètres, a été multipliée successivement par tous les diamètres et les vitesses différentes, de 10 à 200 mill. et de 50 à 400 tours.

Nous avons cru convenable aussi d'adopter le coefficient moyen de frottement, entre 0,07 et 0,08, soit par conséquent 0,075, attendu qu'en pratique on est moins souvent près du meilleur état d'entretien que d'un état seulement suffisant.

TABLE

DONNANT LE TRAVAIL ABSORBÉ PAR LE FROTTEMENT DES PIVOTS DANS L'HYPOTHÈSE D'UNE CHARGE CONSTANTE DE 100 KILOGRAMMES, OU D'UN QUINTAL MÉTRIQUE, EN ADMETTANT UN COEFFICIENT DE FROTTEMENT DE 0.075.

DIAMÈTRE des pivots.	NOMBRE DE RÉVOLUTIONS DE L'ARBRE PAR MINUTE.							
	50	75	100	150	200	250	300	400
millim.	kilogr.mèt.	kilogr.mèt.	kilogr.mèt.	kilogr.mèt.	kilogr.mèt.	kilogr.mèt.	kilogr.mèt.	kilogr.mèt.
10	0.131	0.196	0.262	0.393	0.524	0.655	0.786	1.048
11	0.144	0.216	0.288	0.432	0.576	0.720	0.865	1.152
12	0.157	0.236	0.314	0.472	0.629	0.786	0.943	1.258
13	0.170	0.255	0.341	0.511	0.681	0.851	1.022	1.362
14	0.183	0.275	0.367	0.550	0.734	0.917	1.100	1.467
15	0.196	0.295	0.393	0.589	0.786	0.982	1.179	1.572
16	0.210	0.314	0.419	0.629	0.838	1.048	1.258	1.676
17	0.223	0.334	0.445	0.668	0.891	1.113	1.336	1.780
18	0.236	0.354	0.472	0.707	0.943	1.179	1.415	1.886
19	0.249	0.373	0.498	0.747	0.996	1.244	1.493	1.991
20	0.262	0.393	0.524	0.786	1.048	1.310	1.572	2 096
22	0.288	0.432	0.576	0.865	1.153	1.441	1.729	2.305
24	0.314	0.472	0.629	0.943	1.258	1.572	1.886	2.515
25	0.327	0.491	0.655	0.982	1.310	1.637	1.965	2.620
26	0.341	0.511	0.681	1.022	1.362	1.703	2.044	2.724
28	0.367	0.550	0.734	1.100	1.467	1.834	2.208	2.934
30	0.393	0.589	0.786	1.179	1.572	1.965	2.358	3.144
35	0.458	0.688	0.917	1.375	1.834	2.292	2.751	3.668
40	0.524	0.786	1.048	1.572	2.096	2.620	3.144	4.192
45	0.589	0.884	1.179	1.768	2.358	2.947	3.537	4.716
50	0.655	0.982	1.310	1.965	2.620	3.275	3.930	5.240
55	0.720	1.081	1.441	2.161	2.882	3.602	4.323	5.764
60	0.786	1.179	1.572	2.358	3.144	3.930	4.716	6.288
65	0.851	1.277	1.703	2.554	3.406	4.257	5.109	6.812
70	0.917	1.375	1.834	2.751	3.668	4.585	5.502	7.336
75	0.982	1.474	1.965	2.947	3.930	4.912	5.895	7.860
80	1.048	1.572	2.096	3.144	4.192	5.240	6.288	8.384
85	1.113	1.670	2.227	3.340	4.454	5.567	6.681	8.908
90	1.179	1.768	2.358	3.537	4.716	5.895	7.074	9.432
95	1.244	1.867	2.489	3.733	4.978	6.222	7.467	9.956
100	1.310	1.965	2 620	3.930	5.240	6.550	7.860	10.480
110	1.441	2.161	2.882	4.323	5.764	7.205	8.646	11.528
120	1.572	2.358	8.144	4.716	6.288	7.860	9.432	12.576
130	1.703	2.554	3.406	5.109	6.812	8.515	10.218	13.624
140	1.834	2.751	3.658	5.502	7.336	9.170	11.004	14.672
150	1.965	2.947	3.930	5.895	7.860	9.825	11.790	15.720
160	2.096	3.144	4.192	6.288	8.384	10.480	12.576	16.768
170	2.227	3.340	4.454	6.671	8.908	11.125	13.362	17.816
180	2.358	3.537	4.716	7.074	9.432	11.790	14.148	18.864
190	2.489	3.733	4.978	7.467	9.956	12.445	14.934	19.912
200	2.620	3.930	5.240	7.860	10.480	13.100	15.720	20.961

USAGE DE LA TABLE.

La simplicité de la table qui précède pourrait nous dispenser de donner des exemples de son usage; nous le ferons, néanmoins, pour qu'il ne reste aucun doute à cet égard.

Premier exemple. — Soit donné de déterminer le travail absorbé par 1″ par un pivot de 60 millimètres de diamètre, faisant 50 tours par minute, et portant une charge de 6 000 kil.

La table donne dans la deuxième colonne de gauche, et en regard du diamètre 60,

0,786, correspondant à la charge fixe de 1 quintal;

par conséquent, la charge donnée étant 6 000 kil. ou 60 quintaux,

la quantité de travail cherchée est égale à

$$0{,}786 \times 60 = 47{,}16 \text{ kilogrammètres.}$$

Deuxième exemple. — Si la vitesse de rotation proposée ne se trouvait pas dans la table, voici le procédé qu'il y aurait à suivre.

Proposons-nous de résoudre le même problème pour un pivot de 45 mill., supportant une charge de 3 000 kil. ou 30 quintaux, et dont la vitesse de rotation est égale à 95 révolutions par minute.

Il suffira de prendre dans la table la valeur en regard du diamètre proposé inscrite dans la colonne représentant 100 tours, puis multiplier cette valeur par la charge et la vitesse données, et diviser le produit par 100.

On trouverait ainsi :

$$\frac{1{,}179 \times 30 \times 95}{100} = 33{,}9 \text{ kilogrammètres.}$$

soit 34 kilogrammètres pour le travail absorbé par le pivot, à la charge donnée de 3 000 kilogrammes avec la vitesse de 95 tours.

MACHINES-OUTILS

MACHINE A RABOTER LES MÉTAUX

A PIÈCE MOBILE, AVEC BIELLE MOTRICE ET DEUX BURINS OPPOSÉS

CONSTRUITE

Par MM. DUCOMMUN et DUBIED

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS A MULHOUSE (HAUT-RHIN)

(PLANCHE 19)

La machine à raboter que nous avons représentée sur la planche 19, est disposée pour produire à la fois un double travail semblable, tel que le rabotage des deux rainures extrêmes d'un essieu de wagon ou de tender, le dressage des têtes de bielles motrices ou d'accouplement des locomotives, et enfin simultanément la surface de deux pièces de petites dimensions et de même longueur.

A cet effet, elle se compose d'un fort bâti en fonte muni à sa partie supérieure de deux porte-burins placés sur une même ligne, mais opposés l'un à l'autre et à une distance que l'on peut faire varier à volonté. Ces deux outils sont fixes, c'est-à-dire qu'ils ne se meuvent pas pendant le travail; ils ne font que de se déplacer d'une très-faible quantité après chaque passe, soit dans le sens vertical pour creuser plus profondément si l'on fait des rainures, soit horizontalement si l'on veut raboter des surfaces planes.

La pièce est alors mobile avec un chariot assemblé à queues d'hironde sur le socle du bâti; ce dernier est actionné au moyen d'une bielle et d'une manivelle à rayon variable, ce qui permet de donner plus ou moins de course selon la longueur des pièces à rainer ou à raboter.

Les encliquetages qui commandent les outils sont montés tantôt sur des vis verticales qui les font descendre, dans le cas du travail des rainures; et tantôt sur des arbres verticaux commandant par des roues d'angles des vis de rappel horizontales, pour le dressage des surfaces planes. Il résulte

de cette disposition que les deux outils peuvent marcher mécaniquement sans complications, et dans les deux sens, vertical et horizontal.

Nous avons eu l'occasion de voir fonctionner une telle machine dans les ateliers de MM. Pétin et Gaudet à Rive-de-Gier, où elle est constamment occupée à rainer des arbres et des essieux en fer et en acier pour les roues de wagons et de tenders que ces habiles manufacturiers fabriquent en grand nombre.

Cette machine, quoique destinée plus particulièrement à raboter à la fois les deux rainures de chaque essieu, peut en outre, comme nous l'avons dit, rendre de grands services dans les ateliers de construction qui font des spécialités, comme des moteurs à vapeur, des machines locomotives, et qui ont par conséquent un grand nombre de pièces semblables à reproduire, telles que des têtes de bielles; c'est en effet un étau-limeur double faisant dans le même temps deux fois plus de travail que ceux employés jusqu'ici.

On peut sur le modèle que nous allons décrire en détail, travailler des pièces ayant au maximum 44 à 45 centimètres de largeur sur 25 centimètres de hauteur, en rabotant 40 centimètres de longueur, sur chacune.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A RABOTER DOUBLE, REPRÉSENTÉE SUR LES FIGURES DE LA PLANCHE 19.

La fig. 1re représente en élévation de face, vue extérieurement, la machine toute montée et disposée pour raboter les deux rainures d'un essieu de wagon. Un arrachement est pratiqué sur la face du chariot pour laisser voir la bielle et la manivelle motrice :

La fig. 2 en est un plan horizontal vu en dessus. L'essieu et les poupées qui la soutiennent sont enlevés.

La fig. 3 est une projection latérale du côté droit de la fig. 1re.

La fig. 4, une section transversale faite suivant la ligne 1-2 de la fig. 2;

Les fig. 5 et 6 sont des détails en section et en plan sur une plus grande échelle de l'encliquetage.

La fig. 7 est une vue de face de la camme qui transmet le mouvement aux déclics.

Du bati, du chariot et de sa commande. — Le bâti de cette machine se compose d'un long socle creux ou table A, surmontée au milieu d'un large bras A′, également creux, et de plus évidé à jours en a' et a^2. (fig. 1 à 4).

Le socle et le bras sont fondus d'une seule pièce; le premier est muni de sept oreilles a, qui servent à le fixer sur le massif en maçonnerie au moyen de boulons et d'écrous, et il présente aux deux extrémités, deux faces saillantes A^2, taillées à queues d'hironde, sur lesquelles glisse le chariot porte-pièce B. Le bras est sensiblement courbé en avant, et il présente sur toute sa longueur une rainure dans laquelle sont engagés les supports C et C′, des deux porte-outils.

Le socle est encore fondu avec une console D (fig. 2, 3 et 4), qui supporte l'arbre de transmission *d*, à l'extrémité duquel sont calées les poulies ou le cône à plusieurs diamètres P, et, en dedans de la console, le pignon denté *p*. Ce dernier engrène avec la grande roue R, fixée à l'une des extrémités de l'arbre de commande E; son extrémité opposée est forgée avec le disque ou plateau excentré *e*, qui fait l'office de manivelle.

Cet arbre est soutenu entre les deux parois latérales du socle, fondues à cet effet avec des renflements *f* et *f'* (fig. 4); la première paroi est garnie d'une bague en bronze F, dont l'intérieur conique correspond au cône extérieur de l'arbre E. Une vis et un double écrou *g* qui appuie sur une rondelle placée sur le moyeu de la roue R, servent à rappeler l'arbre et à compenser l'usure de la bague conique.

Dans la rainure pratiquée sur la face du disque *e*, est engagée et retenue par un écrou, à une distance plus ou moins éloignée du centre, une pièce G forgée avec un bouton de manivelle tourné et fileté à son extrémité pour recevoir l'écrou, qui fixe la tête de la bielle H avec le bouton. Cette bielle est reliée au chariot par un fort boulon *h*, sur lequel elle peut osciller librement, de sorte que ses mouvements angulaires sont transformés sur ce boulon, qui sert de centre d'oscillation, et le chariot B se trouve ainsi animé d'un mouvement alternatif rectiligne de va-et-vient, dans le sens horizontal.

A cet effet, ce chariot est guidé à ses deux extrémités par les queues d'hironde *b* et *b'*, fondues avec le socle du bâti; des règles en fer *i* sont fixées sur la face interne inférieure dudit chariot, et on peut régler leur position et compenser l'usure des parties glissantes au moyen des vis *i'*.

Chaque bout du chariot présente une petite table B', entaillée de quatre rainures longitudinales servant à engager les écrous qui doivent fixer les pièces destinées à être rabotées.

Dans l'exemple que nous avons choisi d'un essieu à rainer, deux petites poupées de tour I et I' sont fixées par des boulons engagés dans les rainures à chaque extrémité des deux tables; leur pointe serrée au moyen des petits volants *j* et *j'* pénètre au centre des deux bouts de l'essieu J, et le maintient solidement pour résister aux efforts des outils, qui n'ont lieu que longitudinalement, puisque le chariot ne se meut que dans ce sens.

Les petites pièces dont on veut raboter la surface sur cette machine, sont fixées sur les tables au moyen de griffes ou d'étriers, comme on le fait sur les étaux-limeurs et sur les machines à raboter en usage dans les ateliers.

Des outils et de leur commande. — Les porte-outils sont montés sur les supports C et C' fixés sur le bras A' du bâti, par des écrous *c'*. Une fente horizontale est ménagée dans chaque support, afin de pouvoir les éloigner ou les rapprocher l'un de l'autre, et les mettre à la distance convenable, pour être en rapport avec la longueur des pièces à travailler. Chaque support est, en outre, fondu avec deux bras *c*, présentant une face

perpendiculaire à la longueur du bâti, et dressée en haut et en bas, tandis que le milieu est légèrement concave, afin de laisser une place vide pour loger la vis *v*.

L'épaisseur de ces bras est taillée en queue d'hironde pour recevoir les porte-outils K et K'; ceux-ci sont munis d'entailles correspondantes à ces queues, de façon que l'ensemble de chaque porte-outil puisse glisser sur toute la longueur du bras. A cet effet, la première pièce *k* est munie d'un écrou traversé par la vis horizontale *v*, logée dans l'intérieur du même bras.

En tournant ladite vis, au moyen d'une manivelle que l'on place sur le carré *v'* qui la termine, on fait avancer à droite ou à gauche le porte-outil, suivant que l'on tourne dans l'un ou l'autre de ces deux sens. On obtient mécaniquement le même effet, par l'intermédiaire des roues d'angle *r* et *r'*, et d'une transmission que nous décrirons plus loin.

La pièce *k* est elle-même munie en son milieu, d'une vis *x*, et de rainures verticales taillées pour recevoir les saillies à queues d'hironde de la seconde pièce *l*, garnie d'un écrou engagé dans les filets de la vis; de sorte que cette seconde pièce peut se déplacer verticalement sur la première, et celle-ci horizontalement sur le support C, comme nous l'avons vu plus haut.

Une troisième pièce *l'*, qui n'est autre que le porte-outil proprement dit, est munie de deux tourillons engagés dans les petits paliers de la seconde pièce *l*, afin que les outils *m* et *m'*, fixés par les boulons *n* dans le trou rectangulaire pratiqué dans l'épaisseur de cette troisième pièce *l'*, puissent osciller sur ce centre de mouvement et glisser en revenant sans offrir de résistance sur la surface rabotée.

La machine, ainsi que nous l'avons dit, peut pratiquer des rainures ou raboter des surfaces; dans le premier cas, la place de l'outil étant une fois réglée dans le sens horizontal, il suffit de faire descendre l'outil après chaque passe d'une quantité égale à l'épaisseur du copeau enlevé.

Pour atteindre ce but, un cliquetage est monté sur chacune des têtes de vis *x*, comme nous l'avons représenté, appliqué seulement sur l'outil de gauche. On doit comprendre que la vis de droite doit être munie d'un mécanisme semblable pour faire le même travail; nous l'avons placé sur l'arbre intermédiaire *y* qui commande le mouvement horizontal, pour indiquer sur la même figure l'application des deux opérations : Du rabotage des rainures et du dressage d'une surface.

Ce mécanisme d'encliquetage, comme l'indiquent les figures de détails 5 et 6, se compose d'un petit arbre creux *s*, entouré par une douille T munie de deux petits bras *t* et *t'*, placés dans le prolongement l'un de l'autre, mais à une hauteur différente. Le premier est terminé par un œil traversé par un boulon qui retient le déclic ou rochet *u*; le second est percé de deux trous, l'un plus rapproché du centre de la douille que l'autre. Dans l'un ou l'autre de ces trous, suivant la course que l'on veut obtenir, est engagé

le boulon d'une petite pièce qui relie la tringle horizontale U avec l'encliquetage.

L'extrémité de cette tringle est fixée dans l'une ou l'autre des deux rainures pratiquées dans le disque V, qui fait l'office d'une double manivelle pour actionner simultanément les deux tringles U et U', commandant ainsi à la fois les deux burins opposés *m* et *m'*.

Le disque V est monté sur le carré qui termine l'arbre vertical X, soutenu dans sa hauteur par deux collets *x'* (fig. 4) fondus avec le bâti. L'extrémité inférieure de l'arbre est munie d'une manivelle V' (fig. 7), dont le bouton est engagé dans la gorge d'une camme X', clavetée sur l'arbre de commande E.

La gorge de cette camme est disposée sur la circonférence de manière à faire osciller la manivelle V', et par suite le disque V, mais seulement quand les outils sont aux extrémités de leur course, c'est-à-dire quand ils ont enlevé le copeau sur toute la longueur des deux rainures.

L'oscillation du disque déplace les tringles U et U', et naturellement avec celles-ci les bras *t* et *t'*, qui font corps avec les douilles T, montées à frottement doux sur les petits arbres *s*.

Il résulte de ce mouvement que la dent de chaque rochet *u*, (fig. 2, 5 et 6), qui est engagée dans l'une des dents de la roue S, entraîne celle-ci et la fait tourner avec l'arbre *s*, sur laquelle elle est fixée, d'un angle égal à l'amplitude de la course du levier *t'*. Dans le mouvement de retour de ce levier, le rochet glisse sur les deux, trois ou quatre dents dont la roue a avancé; et il vient s'engager dans une autre dent pour recommencer le même travail à chaque révolution de l'arbre principal E.

La roue S entraîne donc l'arbre *s*, et celui-ci fait tourner la vis *x*, puisqu'il est monté sur le carré qui la termine ainsi qu'on peut le voir sur la fig. 5; et, comme cette vis est engagée dans l'écrou de la pièce *k* du porte-outil, celui-ci descend, à chaque mouvement, d'une quantité correspondante à l'inclinaison du pas de la vis et de l'amplitude de l'angle décrit par la rotation de la roue S.

Pour maintenir le rochet *u* engagé dans la dent de la roue, un ressort à boudin *u'*, tient appuyée une petite pièce légèrement arrondie sur le centre du rochet, qui a une forme correspondante à cette pièce.

Si au lieu de faire descendre le porte-outil on veut le faire monter, il suffit de faire tourner la vis *x* en sens inverse, en retournant le rochet *u*, comme l'indique la position ponctuée (fig. 6).

De même, si au lieu de pratiquer des rainures sur un essieu ou sur un arbre quelconque, on veut appliquer la machine à raboter des surfaces, il suffit de transporter le mécanisme d'encliquetage que nous venons de décrire sur l'arbre vertical *y*, comme il est indiqué à droite des fig. 1 et 2 et sur la fig. 3; alors, cet arbre, par l'intermédiaire des petites roues d'angle *r* et *r'*, fait tourner la vis *v* et celle-ci déplace horizontalement le porte-outil de la quantité convenable à chaque rotation de l'arbre de com-

mande, exactement de la même manière que pour le mouvement vertical décrit plus haut.

La course maximum des deux outils de cette machine est de $0^m,40$, et on peut raboter à la fois deux pièces ayant au maximum 45 centimètres de largeur sur 25 centimètres de hauteur; son prix sur place, dans les ateliers des constructeurs, est de 3,600 francs.

Comme machine devant produire un travail spécial, elle rend de grands services dans les ateliers des chemins de fer; et, appliquée dans les établissements de constructions, elle offre tous les avantages des machines doubles : ceux de rendre les mêmes services que deux outils, de n'avoir besoin que d'une seule transmission de mouvement, d'occuper moins de place, et d'être proportionnellement d'un prix moins élevé.

SYSTÈME DE PORTE-OUTILS DOUBLE

APPLICABLE AUX MACHINES A RABOTER

Par **M. FAUCONNIER**, mécanicien à Paris

En visitant récemment les ateliers de MM. Fauconnier et Durant, ces constructeurs nous ont fait remarquer l'application qu'ils ont faite à une forte machine à raboter, d'un système de porte-outils double, à l'aide duquel on rabote en avant et en arrière, de façon à faire deux passes à la fois sans perte de temps, c'est-à-dire qu'un des outils travaille quand le chariot marche dans un sens, et que le second fonctionne à son tour quand le chariot revient à son point de départ.

Ce porte-outil est garni de deux outils placés vis-à-vis l'un de l'autre, et disposés de telle sorte que l'on peut régler la hauteur de chacun d'eux en particulier avec la plus grande exactitude.

Les fig. 8 et 9 de la planche 19 indiquent en sections verticale et horizontale cette nouvelle disposition.

Comme les porte-outils ordinaires des machines à raboter, celui de M. Fauconnier se compose d'une plaque de fonte A, munie de deux rainures circulaires *a* (fig. 8) qui servent à le fixer sur la face du chariot, soit verticalement soit incliné, suivant un angle plus ou moins sensible par rapport à la ligne verticale.

Cette plaque est fondue avec une joue taillée à queue d'hironde, et une autre joue d'une même forme *b* est rapportée pour servir de guide à la pièce B, munie d'un écrou en bronze. Celui-ci est traversé par une vis qui, au moyen de la manivelle C, permet de régler à volonté la hauteur de la pièce B. Vers le milieu de cette dernière sont ajustées deux petites oreilles *c* au milieu desquelles est engagé le porte-outil proprement dit *d*, retenu par un boulon qui sert de centre d'oscillation à l'outil D, quand il revient après avoir enlevé le copeau de métal.

Cet outil est fixé avec son porte-outils au moyen d'une clavette en fer, engagée dans une ouverture rectangulaire pratiquée horizontalement dans la partie renflée, qui termine le porte-outil. Jusqu'ici l'ensemble de ce dernier n'offre rien de particulier; ce qui le distingue des porte-outils ordinaires, c'est que la face dressée des deux joues latérales dont la plaque A est munie, reçoit les deux empattements d'une sorte d'étrier en fonte E, qui supporte le second porte-outil *f*, garni de son outil F.

Ce porte-outil est relié par trois petites vis à un écrou en fer *e*, traversé par une tige filetée que l'on peut faire mouvoir à l'aide du volant à main G. L'écrou *e* est forgé avec deux petits bras qui pénètrent à droite et à gauche, dans deux rainures pratiquées verticalement dans l'épaisseur de l'étrier, de sorte que le porte-outil peut monter ou descendre dans celui-ci, et qu'il est parfaitement guidé dans ce déplacement.

On voit donc que, comme nous l'avons dit, les deux porte-outils sont solidaires, et que pourtant la position de chacun des outils en particulier peut être réglée à volonté par rapport à l'autre, de façon que celui qui fait la première passe puisse enlever une épaisseur de métal facultative et que le second, en pénétrant plus profondément, enlève la couche totale de la surface à dresser.

On doit comprendre que, quand l'outil F est dans la position indiquée fig. 9 et que le chariot de la machine à raboter marche dans le sens de la flèche de droite x, cet outil est en prise, et que l'autre D n'agit pas; il glisse simplement sur la surface rugueuse en oscillant autour du boulon engagé dans la charnière *c*. Quand, au contraire, le chariot marche en sens inverse, dans le sens de la flèche de gauche x' le porte-outil *d* s'appuie contre la plaque A, et l'outil D agit à son tour, tandis que celui F, oscillant entre les deux branches de l'écrou *e*, s'incline et glisse sans attaquer le métal.

Au moyen de cette disposition particulière de porte-outils, assez simple comme on le voit, et qui peut s'appliquer à presque toutes les machines à raboter en usage, on fait donc agir alternativement les deux outils à chaque changement de marche de la table, et par suite on obtient ainsi d'une manière continue le rabotage de la surface à dresser; conséquemment avec le même matériel et une même force motrice, on obtient un résultat, si ce n'est double, du moins beaucoup plus considérable et par suite une grande économie de main d'œuvre, sans augmenter sensiblement les frais de construction de la machine.

Ce double porte-outils fonctionne avec avantage, depuis plusieurs mois, dans les ateliers de MM. Fauconnier et Durant.

Disons, en terminant, qu'un mécanicien intelligent, M. Devillez, qui s'est aussi occupé de ce genre de machine, a imaginé un mécanisme fort simple de double porte-outil pour lequel il s'est fait breveter le 2 décembre 1857, et que l'on peut de même appliquer très-avantageusemeut sur différentes raboteuses.

FORGES

SYSTÈME DE RINGARDS A GRIFFES

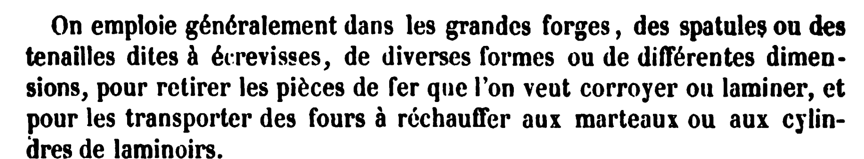
PROPRE A TRANSPORTER LES PIÈCES DE FER

DES FOURS A RÉCHAUFFER AUX MARTEAUX OU AUX LAMINOIRS

PAR M. J. POTDEVIN

CHEF DES ATELIERS DE MM. PETIN, GAUDET ET Cie, MAITRES DE FORGES A RIVE-DE-GIER

(PLANCHE 20)



On emploie généralement dans les grandes forges, des spatules ou des tenailles dites à écrevisses, de diverses formes ou de différentes dimensions, pour retirer les pièces de fer que l'on veut corroyer ou laminer, et pour les transporter des fours à réchauffer aux marteaux ou aux cylindres de laminoirs.

Ces tenailles exactement faites comme celles qui sont en usage dans les ateliers de serrurerie et de mécanique, mais seulement sur des proportions plus considérables selon la grosseur même des pièces qu'elles doivent serrer, se composent simplement de deux branches plus ou moins longues, assemblées à charnières comme une paire de ciseaux, et diminuant d'épaisseur vers l'extrémité qui doit être prise par les mains du forgeron, ou suspendue à la chaîne d'une grue à l'aide de laquelle on doit la transporter lorsque la pièce à forger est trop lourde.

Comme la partie la plus courte de chaque branche, celle qui doit servir à pincer l'objet, ne peut s'ouvrir que suivant un certain angle, si on ne fait pas la pince exactement en rapport avec la forme et la grosseur de la pièce, on risque de ne pas la saisir convenablement quand on veut prendre celle-ci dans le four, et d'en déranger la position normale dans le transport, ce qui retarde nécessairement le travail. Aussi, on est généralement limité dans les dimensions et le poids des fortes barres à porter du four au laminoir.

D'ailleurs, comme ces instruments sont forcément d'une longueur limi-

tée, afin d'être d'une manœuvre possible, ils mettent les ouvriers dans l'obligation de s'approcher beaucoup trop de la bouche du four, et d'avoir sans cesse la figure sur un brasier ardent. Car ce n'est pas seulement pendant que le forgeron saisit sa pièce et la retire toute suante du foyer incandescent, c'est encore pendant tout le temps qu'il la transporte et la soumet au marteau qu'il reçoit l'action de cette énorme chaleur.

Aussi, plus les pièces sont fortes et embarrassantes, plus les ouvriers souffrent et se fatiguent de cette manœuvre. C'était réellement un problème de fabriquer des barres de 12 à 1500 kilogrammes, à cause de la difficulté de les sortir rapidement du four et de les présenter aux cylindres avec la promptitude et la facilité désirables.

M. Potdevin, chef des ateliers de MM. H. Petin et Gaudet, à Rive-de-Gier, a résolu ce problème de la manière la plus satisfaisante, parce que mieux que personne, par sa position spéciale, il en comprenait toute l'importance, surtout à cause de la spécialité des cercles et bandages de roues, dans laquelle ces habiles maîtres de forges ont acquis une réputation si étendue et si justement méritée (1). Il a donc cherché à composer un appareil qui pût toujours bien saisir la pièce avec une grande rapidité, quelle que soit sa dimension, et qui permit à l'ouvrier de s'en tenir à distance, pour ne pas être incommodé par la forte chaleur.

C'est ainsi qu'il est arrivé à produire les deux instruments que nous avons représentés sur le dessin pl. 20, et qui s'appliquent plus spécialement : l'un, à prendre les pièces rondes et évidées, telles que les grosses rondelles qui servent à la fabrication des bandages de roues sans soudure, les pistons creux en fer, les corps de presses hydrauliques, des creusets pour la monnaie, etc.; et l'autre, les pièces longues et pleines telles que des essieux, des tiges de pistons, des arbres droits, ou des objets analogues de dimensions variées.

Les deux systèmes, du reste, peuvent servir indifféremment à toutes sortes de pièces, soit en changeant les mors ou les griffes qui s'adaptent à leur extrémité, soit même en retournant celle-ci simplement d'un demi-tour sur elle-même.

Ces instruments ont été regardés depuis comme tellement essentiels, que l'on ne pourrait pas s'en passer aujourd'hui. Ce qui prouve d'ailleurs leur utilité, c'est qu'il n'ont pas tardé à être bientôt imités, et que la contrefaçon a été constatée et condamnée.

Dans une précédente notice sur les établissements métallurgiques de MM. Petin et Gaudet, nous avons indiqué les avantages de leur système de fabrication si rapide et si économique des bandages de roues de wagons

(1) On sait que MM. Petin et Gaudet ont été nommés tous deux chevaliers de la Légion d'honneur, il y a déjà plusieurs années, pour les perfectionnements remarquables qu'ils ont apportés dans l'industrie du fer, et qu'à la dernière Exposition universelle le jury leur a décerné la grande médaille d'honneur, en même temps qu'il accordait la médaille de 1re classe à M. Potdevin, qui reçut en outre la décoration pour ses travaux et ses services rendus à l'établissement.

sans soudure, en expliquant la série des opérations successives par lesquelles ils les font passer pour arriver à cette précision remarquable qu'ils obtiennent, et pour atteindre le nombre considérable qu'ils peuvent produire.

Or, M. Potdevin, étant intéressé dans leur exploitation, avait le plus grand intérêt à réaliser des économies sur le travail. Il a pu, en effet, après les essais de ses nouvelles griffes, augmenter notablement le chiffre de la fabrication, en permettant de manœuvrer avec une plus grande rapidité. C'est ainsi, par exemple, qu'il a pu faire passer 56 rondelles pour bandages aux laminoirs, dans le même temps que l'on mettait antérieurement à en passer 35. De même, lorsqu'en employant la spatule on ne corroyait que 3 à 4000 kilog. de gros riblons par jour, il lui a été possible de doubler cette quantité par l'application de son ringard à griffes, qui est ainsi devenu, nous devons le répéter, d'une utilité inconstestable dans les forges.

Nous allons décrire successivement, après quelques notions générales sur le four à réchauffer, les deux mécanismes imaginés par M. Potdevin.

DESCRIPTION DES FIG. 1 A 8 DE LA PL. 20.

Les trois premières figures de ce dessin représentent l'appareil en fonction, c'est-à-dire placé à l'entrée du four à réchauffer et prêt à en retirer l'une des fortes rondelles en fer, préparées pour la fabrication des bandages sans soudure.

Ces rondelles formées, comme on sait, d'une simple et longue barre de fer méplat que l'on contourne en hélice sur un mandrin, et que l'on moule ensuite dans une matrice par l'action d'un marteau-pilon, sont chauffées presque au rouge blanc dans des fours à réchauffer, d'une disposition analogue à celle qui est représentée sur les figures, puis transportées à l'extrémité du cylindre d'un premier laminoir qui doit les agrandir, et, immédiatement après, au bout d'un autre laminoir finisseur pour recevoir la forme exacte du cercle ou bandage, correspondant rigoureusement au diamètre des roues qu'elles doivent revêtir.

Cette double opération s'effectue avec une rapidité surprenante; aussi il est extrêmement essentiel que chaque rondelle puisse être saisie très-promptement, sans hésitation, et transportée de même jusqu'aux laminoirs. De petits chariots mobiles auxquels s'accrochent les ringards à griffes, sont portés sur des chemins de fer suspendus à 4 ou 5 mètres au-dessus du sol, pour faciliter ce transport qui, de cette façon, occasionne peu de fatigue aux ouvriers.

La fig. 1 représente une section transversale, faite suivant la ligne 1-2 du plan, vers le milieu du four à réchauffer, et en même temps une élévation latérale du ringard saisissant d'un bout une rondelle dans l'intérieur, avec l'ouvrier placé à l'autre extrémité et, comme on le voit, à une assez grande distance de l'ouverture.

La fig. 2 est une coupe horizontale du même four, chauffant à la fois plusieurs rondelles avec le plan du ringard, tel qu'il est placé quand il saisit une pièce. Cette coupe est faite vers la hauteur de la ligne 3-4.

La fig. 3 montre une section longitudinale du four suivant la ligne 5-6.

Ces trois figures sont dessinées à l'échelle de 1/30.

Les fig. 4 à 8 représentent, à une plus grande échelle, les détails du ringard à griffes.

Avant de décrire cet instrument, nous croyons utile de dire quelques mots sur le four à réchauffer.

CONSTRUCTION DU FOUR. — On sait que les fours à réchauffer, en usage dans les forges, ne sont autres que des fours à réverbère, alimentés avec de la houille, dans lesquels on réchauffe habituellement tous les fers que l'on veut étirer aux laminoirs; ce n'est que dans un petit nombre de cas, et pour certains usages seulement, qu'on leur substitue d'autres appareils, tels que les fours à chaleur perdue placés sur les feux d'affinerie.

La grille a généralement $0^{m.q.}70$ à $0^{m.q.}80$ de surface; l'autel est à 0^m50 ou 0^m55 au-dessus de la grille, et à 0^m20 ou 0^m25 au-dessus de la sole.

La sole se fait en briques de champ ou en sables siliceux bien battus: elle est inclinée vers le rampant pour faciliter l'écoulement des scories par le flux, et munie d'une seule porte latérale.

La cheminée a 12 ou 15 mètres de hauteur, 0^m45 de côté intérieur, et se construit comme celle des fours à puddler.

Tout l'intérieur des fours et de la cheminée doit être construit en briques réfractaires de première qualité; l'autel se fait quelquefois en une pièce de fonte creuse, lorsque l'on n'a pas de très-bonnes briques, parce que cette partie se détériore très-facilement et très-rapidement. Un four à réchauffer, placé dans les conditions ordinaires, brûle environ 90 à 120 kilog. de houille par heure, et doit par conséquent avoir un fort tirage; il es essentiel que l'air y soit brûlé le plus complétement possible, afin que la flamme qui traverse le four ne soit pas oxydante : ce résultat s'obtient d'autant plus sûrement que la grille est plus chargée, et que la hauteur de l'autel au-dessus des barreaux est plus considérable.

Un four à réchauffer est desservi par un chauffeur et un aide : le premier gagne environ 5 à 6 fr. par jour et le second 1 fr. 75.

Les fours à réchauffer n'utilisent pour le chauffage du fer qu'une très-faible partie de la chaleur développée par le combustible, et peuvent en conséquence servir avec succès au chauffage des chaudières à vapeur.

Telle est aussi la disposition du four représenté sur les fig. 1 à 3.

La grille A se compose de barreaux carrés en fer forgé que l'on pose simplement sur deux barres transversales B, afin de pouvoir les renouveler sans peine au besoin.

Dans le système de four perfectionné par M. Corbin (1), on se rappelle

(1) Voir la planche 14 et la description du four à souder, page 188 de ce volume.

que les barreaux au lieu d'être carrés sont d'une forme particulière et à section très-élevée, de telle sorte qu'ils ne s'échauffent pas et ne sont jamais susceptibles de brûler.

Les flammes et les gaz qui se dégagent du foyer C, quand le four est en marche, passent en-dessus de l'autel D, en suivant la voûte oblique E qui est entièrement construite en briques réfractaires.

Les cendres et les escarbilles tombent dans le cendrier F, qui est à jour et au besoin fermé sur le devant par des portes en tôle ou en fonte.

On introduit le combustible dans le foyer, et on l'étale sur la grille par l'ouverture latérale G, qui est plus large à l'entrée, et que l'on ferme également par une porte en fonte.

Les rondelles de métal R, qui doivent former les bandages, sont introduites par la grande ouverture du milieu H, et rangées les unes près des autres sur la sole I du four, où elles reçoivent l'action de la flamme et de l'air chaud; on les en retire successivement au fur et à mesure qu'elles ont acquis la température nécessaire correspondante au blanc soudant.

Pendant le chauffage, l'ouverture H est fermée par un registre ou une porte en tôle à bascule, au milieu de laquelle on a ménagé un orifice qui sert de regard, afin de vérifier l'état du feu dans l'intérieur. Cet orifice se ferme par un tampon ou une simple brique.

Toute la maçonnerie du four est en briques et l'extérieur est consolidé par des plaques en fonte à nervures K, qui sont appliquées contre le massif et reliées à la partie supérieure par des boulons à clavettes J.

La flamme et les gaz s'échappent par le canal L qui, avant de les rendre à la cheminée, les conduit dans des carneaux spéciaux, afin de chauffer les parois d'une chaudière à vapeur, et d'utiliser ainsi une grande partie de l'énorme quantité de chaleur qu'ils contiennent encore; ce qui est d'une grande importance dans les usines à fer, parce qu'alors on peut faire marcher sans augmentation sensible de dépense de combustible, soit les marteaux-pilons soit les moteurs à vapeur.

Dans les forges d'Abainville, construite par M. E. Flachat, on a constaté par expérience que les chaudières à bouilleurs appliquées aux fours à réchauffer ont des résultats très-remarquables.

Ainsi, deux appareils de 79 mètres carrés de surface de chauffe totale, placés à la suite de deux fours brûlant ensemble 212 kilog. de houille par heure sur des grilles de $0^{m2}75$ de section chacune, ont rendu $13^{k}45$ de vapeur par kilogramme de houille, c'est-à-dire autant que l'on en obtient avec des chaudières à chauffe directe; on voit, par cet exemple, qu'en employant une bonne machine, un four à réchauffer donne facilement une force effective de 30 chevaux (1).

(1) *Traité de la fabrication de la fonte et du fer*, par MM. E. Flachat, A. Barrault et J. Petiet, ingénieurs à Paris.

DISPOSITION DU PREMIER SYSTÈME DE RINGARD.

La fig. 4, dessinée à l'échelle de 1/20, représente en projection longitudinale cet outil tout monté et prêt à fonctionner.

La fig. 5 en est un plan général vu en-dessous.

La fig. 6 est un détail d'une griffe.

Les fig. 7 et 8 indiquent les deux modes de placement correspondant à deux usages distincts.

On voit que ce ringard se compose de deux branches en fer *b* et *b'* qui forment tenailles, et sont assemblées entre elles à charnières par le boulon *a* ; l'une des extrémités de ces branches, celle antérieure, est terminée par des oreilles ou parties arrondies, qui reçoivent les deux mors ou griffes *c* et *c'*, dont la forme varie au besoin suivant celle même des pièces ou des paquets à prendre.

Ainsi, on leur donne la forme indiquée sur le détail (fig. 7) pour les paquets ronds et pleins, comme un arbre ou un essieu R'; on pourrait leur donner une autre forme pour des paquets à section rectangulaire carrée ou autre ; mais, en les retournant comme l'indique la projection (fig. 8), on les fait servir aux pièces creuses, comme le paquet R destiné à faire un cercle ou un bandage.

L'autre extrémité de ces mêmes branches est reliée également à charnières, par les boulons *e*, aux bras ou liens *d d'*, qui viennent se réunir, par un boulon unique *o*, à la bielle en fer *f*. Celle-ci se prolonge de la quantité nécessaire, guidée d'ailleurs par la chape *n*, qui s'ajuste en un point quelconque du ringard *r*, où elle est retenue par une vis de pression *n'*.

Cette même bielle *f* va se relier, par articulation, au levier à fourche *g*, qui a son centre de mouvement sur le goujon *h*, lequel traverse la seconde chape en fer *i* ; ladite chape est assujétie, par une vis de serrage *k*, sur la longue tige *r* du ringard proprement dit qui porte le système et qui, par cela même, est suspendue à la chaîne *h'* (fig. 1) d'une grue tournante, laquelle est habituellement placée à la disposition des ouvriers, entre les fours à réchauffer et les trains de laminoirs, ou les marteaux-pilons que l'appareil est appelé à desservir.

On conçoit qu'en réglant à volonté la position de la chape en fer *i* sur la tige de ce ringard, on a l'avantage de régler en même temps l'amplitude ou l'écartement des deux mors ou griffes *c c'*, suivant le diamètre même du paquet qu'elles doivent transporter.

Deux longs bras en fer *l*, forgés de la même pièce comme le montre le plan fig. 5, sont solidaires avec l'extrémité du ringard, afin de servir à la manœuvre et de permettre de diriger la griffe selon les besoins.

Une sorte de secteur en fer rond *p*, est fixé par son milieu au corps du ringard et traverse les deux branches *b* et *b'*, auxquelles il sert de guide,

afin qu'elles restent toujours dans le même plan, soit qu'elles s'éloignent l'une de l'autre, soit qu'elles se rapprochent.

FONCTION DU RINGARD. — Voici maintenant comment un tel appareil fonctionne :

Supposons, par exemple, que l'on ait à transporter une pièce de forge du four à réchauffer au laminoir ou au marteau, si on élève le levier à fourche *g*, de manière à lui faire décrire l'arc de cercle *x* et *x'*, indiqué en lignes ponctuées sur la fig. 4, il est évident que le point d'attache *q* de ce levier avec la bielle, parcourt le même angle et vient alors jusqu'en *q'*, en tournant autour du centre *h*.

Il résulte de ce mouvement que le boulon d'assemblage *o*, qui se trouve à l'autre extrémité de cette bielle est repoussé en *o'* (fig. 5) et que par suite les liens ou bras *d d'*, qui forment entre eux une espèce d'équerre mobile ou de compas, s'ouvrent de telle sorte que les goujons *e*, qui les relient aux deux branches *b b'*, s'écartent en *y* et en *y'*, en décrivant aussi un arc de cercle qui a pour centre le boulon *a*.

Par conséquent, les extrémités ou les deux mors *c* et *c'*, s'éloignent et prennent les positions *z* et *z'*, ce qui indique que les tenailles ou les griffes sont ouvertes, et permettent alors au paquet de fer R' (fig. 7), qu'elles tenaient pincé, de s'échapper pour s'engager entre les cannelures des cylindres du laminoir qui doit l'allonger, ou pour reposer sur l'enclume du martinet ou du marteau-pilon qui doit le corroyer.

Ainsi, comme on vient de le voir, en soulevant le levier à fourche *g*, on écarte les deux griffes; l'effet inverse se produit évidemment lorsqu'on appuie sur ce levier pour le faire baisser; les deux mors se rapprochent et pincent la pièce, qui est d'autant plus serrée et mieux tenue, que la pression de l'ouvrier sur l'extrémité du levier est plus grande.

Les deux mors étant ajustés ronds à l'extrémité des branches *b* et *b'*, et simplement retenus dans chacune par une goupille ou une clavette, il suffit de chasser celle-ci lorsqu'on veut les en détacher, soit pour les remplacer par d'autres, soit pour les changer de place ou les faire passer de la position indiquée fig. 7 à celle de la fig. 8. De cette sorte les mêmes griffes peuvent aussi bien servir à prendre les pièces creuses que les pièces pleines.

Si avec le même système de ringard on voulait prendre des rondelles extérieurement, les mors étant placés comme le montre la fig. 7, il suffirait de donner aux liens *d d'* la direction indiquée par les lignes ponctuées $d^2 d^3$ (fig. 5), et alors de faire glisser la chape mobile *i* sur la tige *r*, jusqu'à ce que la bielle *f* vienne correspondre à cette position.

On peut ensuite manœuvrer le levier *g*, comme nous l'avons expliqué plus haut, afin de serrer ou de lâcher subitement la pièce que l'on veut transporter du four au marteau ou réciproquement, en agissant à l'extérieur, par le milieu même de la rondelle ou du cylindre.

On voit donc que ce nouveau mode de ringard à griffes est tout à fait complet, puisqu'il permet de prendre toutes sortes de pièces, quelles que

soient leurs formes et leurs dimensions, et d'opérer, dans chaque cas, avec la plus grande facilité, et une promptitude extrême, quel que soit aussi le poids de ces pièces.

DISPOSITION DU DEUXIÈME SYSTÈME DE RINGARD.

La fig. 9 représente le second outil en élévation longitudinale.

La fig. 10 en est un plan général vu en dessus.

La fig. 11 est une vue par bout avec la pièce pleine serrée par les mors, et par conséquent prise extérieurement.

La fig. 12 est une autre vue analogue, mais en supposant que la pièce est une rondelle et qu'elle est prise intérieurement.

Pour peu que l'on examine ces diverses figures, on reconnaît sans peine que les deux pièces principales qui composent le ringard consistent en deux longues barres parallèles *b* et *b'* qui, à l'une de leurs extrémités, portent comme précédemment les griffes *c c'*, auxquelles on donne la position indiquée sur la fig. 12 toutes les fois que l'on veut prendre une rondelle ou pièce creuse R intérieurement, mais que l'on tourne en sens contraire, comme le montre la fig. 11, ou que l'on remplace au besoin par d'autres, quand les griffes ou les mors doivent prendre des pièces pleines, tel qu'un arbre ou un cylindre R'.

L'autre extrémité des mêmes branches parallèles *b* et *b'*, se trouve reliée par la traverse en fer *t*, au milieu de laquelle est fixé le manche *l*.

Près de cette traverse sont rapportés les deux leviers coudés *g g'*, que l'on peut faire tourner d'une certaine quantité, comme l'indiquent les fig. 11 et 12, mais alors, en tournant, ils entraînent les deux tringles *b* et *b'* qu'ils font tourner de la même quantité dans la traverse *t*, qui leur sert de coussinet, et, en outre, dans les brides *u* et *u'*, lesquelles forment colliers en deux pièces et leur servent en même temps de guides.

Tout le système est suspendu, comme dans la première disposition, par l'anneau à crochet *n*, à la chaîne de la grue mobile au moyen de laquelle on peut aisément transporter la charge du four au marteau, ou au laminoir et réciproquement. Ce crochet fait corps avec l'un des colliers que l'on peut à volonté porter, soit à droite, soit à gauche.

MANOEUVRE DE L'APPAREIL. — Il résulte de cette disposition que, lorsqu'on veut faire fonctionner l'appareil pour les pièces pleines, telle que celle indiquée fig. 11, les deux leviers *g* et *g'*, étant alors disposés comme le montre cette figure, quand ils sont abaissés, ils occupent la position horizontale, et font par suite rapprocher les deux mors *c c'* qui pincent la pièce; il suffit alors de leur faire décrire les arcs de cercle *x x'* autour des centres fixes *o*, pour faire ouvrir les pinces qui, de cette sorte, passent de la position *c c'* à celle *z z'*, parce qu'en faisant tourner ces deux leviers, on fait en même temps osciller les deux longues tringles *b* et *b'*.

Cette opération se fait instantanément, de sorte que la pièce peut être

comme précédemment, lâchée très-promptement, afin de s'engager entre les cylindres du laminoir.

Lorsque l'appareil est destiné à prendre des pièces creuses, comme la rondelle R indiquée fig. 12, les leviers $g\,g'$ se placent de manière à se croiser, comme le montre cette figure, il en résulte que, lorsque ces leviers sont horizontaux, les deux mors $c\,c'$ sont écartés et touchent par leur pointe ou leur bec la circonférence intérieure de la rondelle ; et alors, dès qu'on veut abandonner celle-ci, il suffit de les soulever comme dans la fig. 11 de x en x', pour faire tourner les tringles b et b' et faire passer les deux mors de la position écartée $c\,c'$ à celle rapprochée $z\,z'$; ainsi, l'appareil permet donc encore, dans ce cas, d'opérer également avec la plus grande célérité.

On voit donc que ce deuxième système de ringard à griffes, quoique différent de disposition avec le premier, remplit exactement le même but, et qu'en outre il est plus simple de construction ; seulement le premier permet d'agir sur des pièces d'un poids sensiblement plus considérable, par suite du mode de serrage des griffes que la charge ne tente pas à faire ouvrir, tandis que dans le second, quand la charge dépasse l'effort multiplié par le rapport des bras des leviers que l'ouvrier peut exercer sur l'extrémité des bras g et g', la pièce peut ouvrir les griffes et tomber ; mais pour que cela arrive, il faut que la pièce ait des dimensions considérables et en dehors des services ordinaires, de sorte que le premier système peut-être employé indifféremment sur des pièces de toutes dimensions, tandis que le second ne peut fonctionner qu'avec des pièces d'un poids limité, mais qui, dans presque la totalité des forges, est plus que suffisant pour effectuer les travaux pour lesquels elles sont installées.

On doit comprendre maintenant que, aussi bien avec le premier qu'avec le second système que nous venons de décrire, l'opération de lever ou de baisser les leviers peut se faire instantanément ; on peut abandonner la pièce ou la reprendre très-rapidement et avec la plus grande facilité. De tels systèmes de ringards à griffes sont donc d'autant plus précieux qu'ils permettent d'opérer avec une célérité extrême, sans aucune perte de temps et sans la moindre fatigue pour les ouvriers, qui, en outre, par cette disposition ne sont plus susceptibles de se brûler, puisqu'ils n'ont besoin que de se mettre à l'extrémité la plus éloignée pour manœuvrer les appareils, et que l'on peut donner aux branches comme aux tiges des ringards toute la longueur désirable, de telle sorte à ne pas être exposé à la chaleur ; avantage que l'on ne peut avoir avec les systèmes de tenailles à écrevisse ou à spatules, avec lesquels les hommes manœuvrent très-difficilement et sont, comme on le sait, constamment exposés à la chaleur.

EXPLOITATION DES MINES

APPAREIL
PROPRE A L'ÉPURATION DE LA HOUILLE

PAR

M. Aristide BÉRARD, ingénieur civil

A PARIS

(PLANCHE 21)

Les systèmes d'appareils propres à l'épuration de la houille sont encore très-peu nombreux, ce n'est que depuis dix ans environ que l'on s'occupe sérieusement de la combinaison de machines spéciales. Ce n'est même que vers 1851, que la question est entrée réellement dans le domaine des opérations industrielles; M. Bérard, dont nous allons décrire la machine perfectionnée, est l'ingénieur qui a le plus contribué à la solution pratique de cette importante question.

Nous avons déjà donné dans le *Génie industriel*, vol. IV, le dessin d'un laveur, et l'extrait d'un rapport de M. Lechâtelier, sur un mémoire très-intéressant concernant le lavage de la houille en Belgique. Dans ce mémoire, publié en entier dans les *Annales des mines, tome* IX, l'auteur, M. Marsilly, passe en revue les divers procédés imaginés et employés jusqu'alors. Nous ne reviendrons pas sur ce sujet, car il nous importe moins de connaître les essais et les difficultés inhérentes à toutes les créations, que de donner les résultats obtenus, basés sur des faits acquis industriellement.

Nous allons donc suivre pas à pas M. Bérard, en nous aidant pour ce travail, d'un mémoire publié en 1856 dans les *Annales des mines*, et dont nous allons extraire une grande partie des renseignements qui vont suivre.

Les substances mélangées au charbon sont généralement le schiste houiller intercalé en petites veines dans le dépôt charbonneux; le sulfure de fer, ou pyrite, est plus généralement à l'état de rognons disséminés dans la masse au voisinage du toit ou du mur de la couche, ou en petites lamelles intercalées dans les plans de fissure

du combustible; quelques charbons renferment également du sulfate et du carbonate de chaux, aussi disséminés en lamelles dans toute la masse, et se détachant des surfaces extérieures avec une extrême facilité au moindre choc ou frottement; tels particulièrement les charbons du bassin de Newcastle.

Tous ces corps étrangers à la houille ont une pesanteur spécifique supérieure à celle du charbon : il parut dès lors à M. Bérard que la séparation pouvait s'effectuer en employant des moyens analogues à ceux usités dans la préparation mécanique des minerais; il lui restait à déterminer le choix du meilleur procédé à mettre en usage.

L'expérience acquise par l'auteur dans les divers établissements qu'il avait organisés dans les Alpes, pour la préparation et le traitement des minerais de plomb argentifère et de cuivre, avait fait naître dans son esprit une prédilection marquée pour le crible à secousse, où le classement par ordre s'effectue avec une si remarquable précision lorsque les matières ont été préalablement divisées par ordre de grosseur.

Mais tel que cet instrument fonctionne depuis des siècles dans le Hartz et généralement en Allemagne, il n'opère que sur de petites quantités et exige des frais de main d'œuvre considérables, qui peuvent bien être supportés par des matières métallifères dont la valeur est élevée, tandis que pour des menus charbons, le moyen paraît à la fois insuffisant et industriellement inapplicable.

M. Bérard ,tout en admirant la précision du travail du crible à secousse, fut frappé de l'imperfection du mode d'application du principe. Il lui sembla préférable de rendre le crible fixe et de déplacer l'eau au lieu de soulever et abaisser directement la matière; il espérait ainsi arriver plus sûrement à rendre l'opération mécanique et continue, double but qu'il se proposait d'atteindre.

Convaincu de la vérité du principe et de la possibilité d'une bonne et utile exécution, il continua ses études sur ce sujet, et en 1848, il prit des brevets dans toute l'Europe pour un appareil d'épuration de la houille, fonctionnant d'une manière continue et entièrement mécanique. Des essais commencés à Anzin, puis continués à Bruxelles, sur une échelle manufacturière, fixèrent l'attention des hommes spéciaux sur cette importante question. C'est de cette époque que date l'origine de la révolution qui s'est opérée dans la métallurgie et la traction des chemins de fer, par la pureté des combustibles qui ont pu être fournis.

L'expérience de la préparation mécanique des minerais, d'accord avec les lois rationnelles de l'hydrodynamique, avait démontré la nécessité de faire procéder tout travail de séparation des matières par ordre de densité, d'un classement préalable par ordre de grosseur. Cette règle générale devait également recevoir son application lorsqu'il s'agissait, dans des circonstances analogues, du traitement du charbon. Bien qu'en principe la séparation par ordre de densité soit d'autant plus parfaite que le classement par grosseur est plus régulier, cependant, dans la pratique, il fallait savoir où il convenait de s'arrêter pour éviter des complications toujours nuisibles; c'était là une étude préalable essentielle.

La matière à éliminer de la partie métallifère des minerais est sa gangue; dans le charbon, c'est le plus souvent le schiste houiller et le sulfure de fer. Prenons, par comparaison, un des cas de préparation de difficulté moyenne; supposons qu'il s'agisse de séparer dans un minerai de cuivre ou de zinc sulfuré une gangue quartzeuse de sa partie métallifère.

L'eau étant prise pour unité, la pesanteur spécifique de la gangue est sensiblement 2,7, et celle du sulfure de cuivre ou de zinc 4,1. Dans ce cas, le rapport de leur

poids dans l'air sera comme 1 est à 1,63; mais ces corps étant immergés pendant le travail, la pesanteur de la gangue dans l'eau ne sera plus représentée que par 2,7 — 1 = 1,7, et celle des sulfures par 4,4 — 1 = 3,4. Le rapport de leur poids dans l'eau sera donc :: 1 : 2; c'est cette différence d'un poids relatif moitié moindre de la gangue qui facilite son élimination.

Pour le charbon, sa pesanteur spécifique peut-être assez généralement représentée par le nombre 1,4; celle du schiste houiller est très-variable. Admettons en moyenne 2,2, et pour le sulfure de fer 3,4.

Le rapport dans l'air du charbon au schiste sera...........	:: 1 : 1,57
Le rapport dans l'air du charbon au sulfure de fer..........	:: 1 : 2,42
Le charbon étant immergé, son poids relatif n'est plus que..	1,4 — 1 = 0,4
Le schiste houiller dans les mêmes conditions..............	2,2 — 1 = 1,2
Le sulfure de fer....................................	3,4 — 1 = 2,4
Le rapport du charbon au schiste dans l'eau sera donc......	:: 1 : 3
Le rapport du charbon au sulfure de fer...................	:: 1 : 6
Nous avons trouvé pour le minerai en immersion le rapport de la gangue aux sulfures de cuivre ou de zinc..............	:: 1 : 2

Il résulte clairement de ceci que, d'une part, l'immersion, en changeant le rapport des poids relatifs des substances, facilite leur séparation par ordre de densité; d'autre part, la préparation mécanique du charbon est plus facile que celle d'un minerai ordinaire de difficulté moyenne. Dès lors le classement par ordre de grosseur n'a pas besoin d'être poussé aussi loin dans les charbons que pour les minerais, lorsqu'on veut procéder à l'élimination des matières étrangères.

En outre des conclusions qui précèdent, dont l'exactitude est évidente, il est cependant dans la pratique des considérations d'un autre ordre dont il faut tenir compte. Il importe, pour les parties fines, de considérer les corps qui mouillent et ceux qui ne mouillent pas : la forme des fragments joue aussi un certain rôle dans la manière de se comporter à l'immersion; l'action d'un courant est différente sur des parties lamellaires ou sur des corps se rapprochant des formes cubiques et sphériques. L'adhérence des parties fines et leur tendance à faire pâte doit également limiter, dans certains charbons surtout, le degré de division où il convient de s'arrêter dans l'échelle inférieure de classement par grosseur. Quant à la limite supérieure, elle dépend essentiellement de la nature des charbons et de l'emploi auquel on les destine.

Pour poser nettement le principe, nous devons admettre que, *entre les points extrêmes, le classement des charbons par ordre de grosseur doit s'arrêter à cette limite, qu'en supposant toutes les parties d'une même division soumises à l'action d'un courant d'eau ascendant, le plus petit fragment de schiste ne puisse jamais être élevé aussi haut, dans le même temps, que le plus gros fragment de charbon.* Telle est la condition à remplir pour un bon travail.

Ceci admis, il fallait rechercher le meilleur mode d'exécution.

A l'imitation de ce qui se pratique pour les minerais, les tambours de classement à une seule toile par trous croissant de dimension, ou à toiles concentriques de différentes grosseurs, se présentaient en première ligne à la pensée; mais à l'examen ce système offrait dans l'application au charbon, où il s'agissait d'opérer sur des grandes masses, des inconvénients sérieux.

On ne peut accroître la rapidité du travail en imprimant une vitesse rotative plus grande au tambour : l'accroissement de vitesse au delà d'une certaine limite a pour

effet de projeter d'abord les matières dans l'intérieur du tambour sans les faire glisser sur la surface interne; puis une accélération de vitesse les fait adhérer aux parois par l'effet de la force centrifuge; en sorte que l'accroissement de vitesse rotative passé, la limite donnant l'effet maximum toujours faible, diminue l'action de classement au lieu de l'augmenter. Il faut alors donner aux tambours des diamètres considérables pour opérer sur des masses importantes.

La puissance de classement est sensiblement proportionnelle à l'étendue de la surface tamisante, et à la rapidité de déplacement des molécules à classer.

En s'appuyant sur ce principe, il parut préférable à M. Bérard de substituer des surfaces planes étagées, agitées suivant une faible pente, aux surfaces cylindriques ou coniques rotatives; on peut alors augmenter à volonté l'étendue des surfaces tamisantes travaillant constamment dans toutes les parties, et accroître la vitesse autant qu'il est nécessaire jusqu'à la limite des inconvenients mécaniques. Ce système, d'ailleurs, se prête mieux à la solution des difficultés qui doit naître pour le classement des charbons humides faisant pâte; nous verrons bientôt comment ce problème pratique a été résolu.

Mais pour arriver à créer un appareil exécutant mécaniquement toutes les opérations et d'une manière continue dans ses diverses parties, il fallait, en adoptant le principe du bac à piston pour la séparation par ordre de densité, où l'action est intermittente, pour le chargement et l'enlèvement des matières, apporter à ce qui était connu et usité pour les minerais, des modifications essentielles, radicales, qui en feraient un instrument complétement nouveau. C'est ce qui a été fait comme on va le voir en étudiant les combinaisons de l'appareil représenté pl. 21.

DESCRIPTION DE LA MACHINE REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 1 A 7.

La fig. 1 représente, en section longitudinale faite par le milieu, l'appareil complet et fonctionnant.

La fig. 2 en est un plan horizontal vu en dessus;

La fig. 3 est une vue de côté du bac et du cylindre muni de son piston plongeur et de son moteur;

La fig. 4 représente ces mêmes organes vus extérieurement de face;

La fig. 5 est un plan vu en dessus de la plaque fondue avec le cylindre pour recevoir les paliers de l'arbre de transmission;

La fig. 6 est une section verticale faite par l'axe du cylindre à vapeur, dessiné à une échelle double des figures précédentes;

La fig. 7 indique en détail, à l'échelle de 1/20 de l'exécution, les vannes et contre-vannes du laveur;

Les fig. 8, 9 et 10 sont des détails du palier des broyeurs, et des godets des élévateurs.

Nous allons décrire successivement les divers organes constitutifs de l'appareil en suivant la marche du travail, et nous indiquerons à mesure les modifications nécessitées par la nature variable des charbons à traiter.

Nous ferons remarquer tout d'abord que le montage et l'installation sur place de cet appareil exigent très peu de frais et fort peu de temps. En effet, il peut être transporté de l'atelier de construction à sa destina-

tion tout monté et mis en roulement presque immédiatement; il suffit de creuser la petite fosse A^2, de la garnir en maçonnerie, d'enfoncer dans le sol quelques pieux qui servent de fondations, et d'assembler les poutres qui composent le châssis ou estacade supportant le chemin de fer, ainsi que la grille à secousses et les cylindres broyeurs.

Ce châssis est formé de quatre pieds verticaux A qui supportent, au moyen de jambettes, deux longrines horizontales A′. Celles-ci sont reliées par des traverses en bois *a*, sur lesquelles sont cloués les coussinets des deux rails parallèles *a′*,qui servent de chemin au wagon B.

Ce wagon est composé d'une caisse en tôle portée sur quatre roues B′, il se vide par devant au moyen d'une porte dont la charnière est située en *b*, et qui se maintient fermée au moyen de la barre *b′*. Pour ouvrir la porte, quand le wagon est arrivé au-dessus de la trémie C, il suffit de donner un coup de ringard sur des extrémités de la barre *b′*, qui tourne alors sur son centre d'articulation; on incline ensuite le wagon comme l'indiquent les lignes ponctuées, et il se vide alors complétement.

La trémie C est formée de quatre feuilles de tôle de fer, réunies par des cornières de même métal, et elle est fixée sur les faces internes des longrines A′ par deux bandes méplates de fer, coudées d'équerre aux deux extrémités.

Grille de classement et table de triage. — Cette grille est composée de 3 plaques de métal étagées et réunies par des joues latérales D. Les deux premières plaques *d* et *d′* sont perforées, et la troisième, qui est pleine, forme le fond. Cette grille est suspendue hors de la verticale par quatre tringles en fer *c*, fixées aux traverses *a* de l'estacade; elle est poussée par une camme C′, qui agit sur un mentonnet fixé à une double traverse D′ faisant corps avec la grille; à chaque révolution le mentonnet abandonne la camme et l'ensemble de la grille retombe contre des taquets, ce qui produit des secousses ou vibrations favorables au dégagement des trous et à la descente des matières.

Le mouvement de rotation continu est communiqué à l'arbre sur lequel est fixée la camme C′ au moyen d'une poulie calée sur ce même arbre et commandée par une courroie, passant sur la circonférence d'une poulie semblable c^2 fixée sur l'arbre moteur (fig. 2).

Le mouvement imprimé à la grille de classement permet de lui donner une inclinaison beaucoup moindre que si elle était fixe; le travail est plus rapide et plus parfait, et on conserve en outre les différences de niveaux qu'il importe de ménager.

Les gros fragments rejetés par la première plaque *d*, où un ouvrier élague les plus grosses pierres et les corps étrangers, descendent sur la table de triage formé d'une forte grille en fonte E. Si le gros charbon doit être recueilli pour le commerce, il peut être chargé directement de cette table dans le wagon d'expédition; si, au contraire, il doit être broyé, quelques coups de massette sur les gros fragments suffisent pour les faire passer au travers de la grille, et les obliger à tomber entre les cylindres broyeurs.

Les fragments passés au travers des trous pratiqués dans la plaque *d*, et retenus par la plaque inférieure *d'*, dont les trous sont de dimension moindre, vont directement aux broyeurs en passant par le premier canal *e* et la trémie E'.

Enfin, la partie fine qui a traversé la seconde plaque, tombe sur le fond plein d^2, d'où elle est rejetée directement dans la fosse par le second conduit fixe *e'*. En effet, il est inutile de faire passer entre les cylindres broyeurs F et F' des parties fines qui n'ont pas besoin d'être réduites; elles ne serviraient qu'à retarder le travail, provoquer des engorgements et augmenter la proportion de poussière.

Le rapport des ouvertures des plaques perforées de la grille à secousse doit dépendre de la nature du charbon et de sa destination, si le charbon est intimement mélangé de schiste ou de sulfure de fer en filaments qui pénètrent la masse, et que le produit soit destiné à la carbonisation, il convient de resserrer les dimensions des ouvertures et de broyer fin.

Si une partie du charbon est destinée à l'emploi direct des foyers ou à la distillation pour produire le gaz, il est préférable d'avoir des ouvertures plus grandes aux plaques perforées et de broyer moins fin; il y a une corrélation obligatoire entre l'écartement des broyeurs et les ouvertures des plaques perforées.

DE L'APPAREIL BROYEUR. — Le choix du mode de broyage dans ce travail n'est pas indifférent : la présence trop fréquente de corps étrangers très-durs ne pouvant être broyés, tels que des débris d'outils en fer ou en fonte abandonnés par le mineur dans le charbon, exige impérieusement une certaine liberté d'écartement aux agents du broyage. La disposition des moulins à noix se prête mal à remplir cette condition et on produit plus de poussière, ce qu'il est bon d'éviter quand on le peut.

La faculté de recul qu'il faut laisser aux cylindres, pour le passage des fragments trop durs qui auraient échappé au triage, ne peut être obtenue dans de bonnes conditions mécaniques, par les dispositions usitées pour les broyeurs à minerais, à l'aide d'engrenages; en effet, pour que l'écartement puisse se produire sans que le désengrenage s'en suive, il faut donner aux dents une grande longueur et engrener profondément : il en résulte des frottements considérables, une perte de force notable et des ruptures fréquentes.

Pour obvier à ces inconvénients, chaque cylindre a une commande indépendante et directe par courroie, sans aucun engrenage; par ce moyen, l'écartement peut être aussi considérable qu'on le veut, et on n'a plus à craindre le brisement fréquent des roues d'engrenage : tout frottement intermédiaire est supprimé, et la force employée est réduite au minimum.

Le recul s'effectue à l'aide d'un palier à coulisse *f* (fig. 8), fixé aux extrémités de l'arbre du cylindre F qui doit jouir de cette faculté. Une vis d'arrêt *f'*, faisant buttoir, sert à régler la distance normale des cylindres.

Le cylindre mobile est maintenu dans cette position au moyen d'une pression exercée sur les deux paliers à coulisse, variable à volonté.

Cette pression est obtenue par la disposition du petit cylindre en fonte *g*, dans lequel sont logées des rondelles en caoutchouc, qui sont maintenues à l'une des extrémités du cylindre par un piston formant le buttoir mobile, et à l'autre extrémité par un arrêt entrant dans le cylindre; à l'aide d'une vis *g'*, on presse l'arrêt pour comprimer les rondelles et tendre leur force élastique au point voulu. L'amplitude du ressort est déterminée par le nombre des rondelles.

Chacun des arbres est muni, l'un devant, l'autre derrière, d'une poulie *p* et *p'*; la première, au moyen d'une courroie *q*, reçoit le mouvement de la poulie P, fixée sur l'arbre moteur *m*; la seconde est entraînée par la courroie croisée *q'*, commandée par la poulie P', fixée sur le même arbre. Au moyen de cette combinaison, la marche des deux broyeurs est indépendante, comme nous l'avons dit, et l'un tourne dans le sens inverse de l'autre.

Ces cylindres broyeurs F et F' sont formés d'une enveloppe en fonte montée sur un arbre en fer; elle porte à sa surface des cannelures placées longitudinalement suivant les génératrices du cylindre, afin d'éviter le glissement des matières; mais il arrive avec quelques charbons que les schistes sé divisent en plaques minces et étendues retenant des parcelles de houille : il convient alors de les briser, ce qui a lieu difficilement, parce qu'ils se placent en long dans la fente laissée entre les broyeurs; il faudrait rapprocher les cylindres très-près et au delà des nécessités d'écrasement des charbons.

On arrive au résultat voulu en ménageant, à la surface des cylindres, des rainures ou cannelures, non-seulement dans le sens longitudinal, mais encore dans le sens transversal; leur intersection produit des saillies en forme de pyramides quadrangulaires à sommet légèrement arrondi; en intercalant les saillies dans le sens de la longueur des cylindres, les schistes les plus minces n'ont plus de passage libre, et sont forcément brisés, sans amener à un plus grand degré de division le charbon qui affecte plutôt la forme cubique.

Le charbon menu, provenant du broyage ou du classement par la grille à secousse, se rend dans la fosse commune A^2, placée sous les broyeurs. Cette fosse a la forme d'une pyramide quadrangulaire renversée, dont trois faces sont inclinées à 45° pour faciliter la descente des matières, et la quatrième se rapproche de la verticale. Il est bon que la capacité de la fosse soit assez considérable pour servir de réservoir ou magasin d'approvisionnement, dans les intervalles qui séparent les arrivages des wagons.

Un élévateur, formé d'une chaîne sans fin à godets, puise le charbon au bas de la fosse pour le déverser dans l'appareil placé lui-même à une hauteur suffisante, afin que le chargement ultérieur puisse s'opérer directement dans les wagons.

DISPOSITION DU GRAND ÉLÉVATEUR. — L'intérieur de la fosse est garni d'une poutre horizontale sur laquelle est assemblé un châssis incliné G, soutenu vers la partie supérieure par deux bras *h*, fondus avec les deux supports H. Les deux extrémités du châssis sont munies de petits paliers en fonte qui reçoivent les axes des hexagones G'. Ceux-ci ont leurs côtés terminés en forme de croissant, afin que les petites tiges, qui relient les deux séries de chaînons parallèles *h'*, viennent s'y loger et puissent être entraînées par les hexagones.

A cet effet, ces petites tiges sont placées à des distances égales les unes des autres et correspondantes à la dimension des côtés des hexagones supérieur et inférieur. Ce dernier est animé d'un mouvement de rotation continu dans le sens de la flèche, au moyen d'une roue d'engrenage *i* (indiquée par un cercle ponctué fig. 1re), d'un pignon *i'* et d'une poulie I fixés sur le même axe. Cette poulie est commandée par la courroie *j* placée sur la circonférence de la petite poulie I', fixée sur l'arbre moteur *m*.

Les rapports de vitesse entre la petite poulie I', commandant celle plus grande I, et du pignon *i'* avec la roue *i* sont calculés de façon à ce que le nombre des godets J, qui arrivent au sommet pour déverser le charbon dans le conduit J', soit suffisant pour l'alimentation continue du bac.

Chaque godet est composé d'une feuille de tôle cintrée et de deux plaques découpées qui forment les deux extrémités (fig. 1, 2 et 9). Celles-ci sont réunies par des cornières rivées avec la feuille cintrée, qui, en outre, est reliée à son double chaînon respectif, par une bande de métal *k*, ployée d'équerre à chaque bout (fig. 9). Pour tendre la chaîne, les deux petits supports supérieurs fixés sur le chassis G' sont munis de vis de rappel *k'* (fig. 1 et 2), qui permettent de faire monter ou descendre à volonté, et bien parallèlement, l'axe de l'hexagone supérieur. Le conduit J', composé de feuilles de tôle réunies simplement par des fers d'angle rivés sur les côtés, conduit le charbon déversé comme nous l'avons vu par les godets J, sur la grille du bac K, dans lequel s'effectue l'opération proprement dite de l'épuration, fondée sur la différence de pesanteur spécifique des matières soumises au travail.

DISPOSITION GÉNÉRALE DU BAC. — Il est formé d'une caisse rectangulaire en forte tôle K, dont trois côtés sont solidement reliés par des fers d'angle *l*, ainsi que le fond qui est incliné à 45°. Un des côtés du rectangle est formé par une plaque K' fondue avec la poche du réservoir N, le cylindre L et une capacité L', qui a pour but d'augmenter la contenance du bac.

Le cylindre L débouche dans la caisse rectangulaire vers la moitié de sa hauteur, en s'élargissant dans le bas, à sa jonction avec la face plane, de manière à occuper à peu près toute sa longueur. Le tout ainsi disposé est assujéti sur un châssis en bois M, et lorsque l'appareil est en place, l'espace sous le fond incliné du bac peut être garni en maçonnerie ordinaire pour augmenter, au besoin, la stabilité.

La petite face du bac, opposée à celle où est appliqué le cylindre, s'ar-

rête à une hauteur moindre que les autres, et une vanne *n*, qui y est appliquée et dont on peut faire varier la hauteur, permet de régler à volonté le départ du charbon, comme nous l'expliquerons plus loin.

Un châssis ou grille en fonte *m m'* est solidement fixée dans l'intérieur du bac sur un cadre en fer rivé aux faces verticales. Cette grille a une légère inclinaison (3 pour 100 environ) de *m* vers *m'*; elle est recouverte d'une plaque perforée en cuivre (supposée enlevée sur le dessin) retenue aux châssis par des agrafes à boulons faciles à remplacer. Le diamètre des trous de la plaque perforée varie, suivant la grosseur des matières amenées dans le bac, entre 1 et 3 millimètres.

Une traverse en forte tôle M' (fig. 1 et 7) est fixée à une petite hauteur au-dessus du châssis; elle sert de cloison de séparation aux matières du bac, et c'est contre elle qu'est fixée une vanne *n*, qui peut intercepter à volonté l'ouverture sous la traverse.

Une contre-vanne N' est établie à l'extrémité du châssis; en la relevant, on forme un barrage de hauteur variable pouvant arrêter les matières entre la vanne et la contre-vanne.

Pour obtenir un bon travail dans le bac, il importe beaucoup que l'eau de l'intérieur sous la plaque perforée soit toujours aussi propre que possible, les matières terreuses aspirées, restant en suspension, tendent sans cesse à la troubler et finiraient par produire une boue assez épaisse pour qu'un bon service soit difficile. C'est pour obvier à cet inconvénient que l'on a donné au bac une profondeur assez considérable, afin de former une espèce de puisard où les matières boueuses viennent se déposer dans une eau tranquille, hors de l'agitation occasionnée par le mouvement du piston Q, mobile dans le cylindre L.

Le dépôt qui se forme dans le puisard est évacué en marche par l'ouverture de la vanne *o* (fig. 1), placée à la partie inférieure. Cette vanne est réunie à un levier à poignée *o'* qui a son point fixe sous le fond de la capacité L' fondue avec la plaque K', de sorte qu'il suffit d'agir sur ce levier, en le tirant à soi, pour ouvrir la vanne. Une porte Q' montée à charnière et fermée par une traverse et une vis, comme les tampons autoclaves des trous d'homme, bouche une ouverture rectangulaire réservée pour le cas de réparations intérieures, sans avoir à enlever le châssis.

Mais indépendamment de ces dispositions très-efficaces, il est bon de renouveler l'eau du bac par l'introduction d'un courant constant. Ce courant est amené de la pompe R par le tuyau *r*, qui débouche dans l'intérieur du cylindre L. Lorsqu'on travaille par entraînement du charbon à l'aide de l'eau, le courant introduit dans le bac par le tuyau *r* peut être assez fort; il remplit alors un triple but: l'entraînement du charbon à la surface, la clarification de l'eau dans le bac par renouvellement, et la réduction dans l'effet de l'aspiration.

L'effet du piston Q, comme nous le verrons plus loin, est de répandre sans cesse les matières du bac en couches horizontales sur la grille *m* et

m'. Or, comme il en arrive constamment de nouvelles quantités, il faut bien qu'une proportion équivalente s'échappe du côté opposé ; cette portion passe au-dessus de la vanne N' et tombe dans l'auge S, d'où le releveur S' l'extrait incessamment.

De l'auge et de la chaine de départ. — Sur les deux faces latérales du bac sont boulonnés deux bras horizontaux en fer d'angle q, soutenus à leur extrémité par des jambettes en fer q', également reliées sur les mêmes faces, à la partie inférieure du bac.

Un petit arbre horizontal, dont les supports sont fixés sur les jambettes q', est muni de deux poulies, la première T reçoit le mouvement d'une petite poulie t, fixée sur l'arbre moteur, et la seconde t' le transmet au moyen d'une courroie croisée à la quatrième poulie T', fixée sur l'arbre horizontal muni des deux hexagones u, qui commandent le releveur S'.

Ce releveur est composé d'une chaîne sans fin formée de deux rangées parallèles de doubles maillons en fer méplat, réunis deux à deux par des boulons venant s'engager dans les croissants, qui terminent les bras des hexagones supérieur et inférieur u et u'.

Les godets sont formés de palettes en tôle s (fig. 1, 2 et 10), ployées à angle droit et terminées aux deux extrémités par des joues en tôle coupées en plan incliné, et retournées d'équerre pour être rivées sur la palette (fig. 10).

Le coursier dans lequel se meut le releveur est composé de feuilles de tôle ; le fond est rivé avec les côtés ; l'extrémité courbée qui forme l'auget S est réuni par des fers d'angle au bac, et la partie supérieure est supportée par une traverse méplate inclinée s' et par deux montants verticaux s^2, rivés au bout du bras, lequel en outre, et également par l'intermédiaire de deux traverses méplates, supporte la trémie U. Le fond de cette trémie est fermé par un clapet que l'on manœuvre au moyen de la manette u^2.

Moteur, pompe et transmission de mouvement. — La plaque de l'arrière K', fondue avec le cylindre L du bac, est en outre munie de nervures d'attente k^2 (fig. 3), qui servent à recevoir le cylindre moteur X. La bielle x, attachée à la tige du piston x' (fig. 6), transmet directement le mouvement de rotation à l'arbre m placé au-dessus du cylindre du bac Cet arbre est supporté par les deux espèces de chevalets en fonte H reposant sur les bras l' venus de fonte avec le cylindre et la plaque d'arrière. Les pompes R et R' sont elles-mêmes fixées sur cette plaque, de sorte que tout le mécanisme est solidaire, et que tous les mouvements sont réunis sur un même entablement présentant toute la solidité désirable.

La tige x' du piston à vapeur traverse non-seulement le couvercle pour s'articuler à la bielle motrice x, mais encore le fond du cylindre (fig. 3, 4 et 6), et elle est munie à son extrémité inférieure d'un piston plongeur plein qui fonctionne dans le corps de la pompe d'alimentation R, fixé contre le bac, dans le prolongement du cylindre à vapeur.

Le corps de pompe est fondu avec une chambre dans laquelle sont logés les clapets d'aspiration et de refoulement; le premier est placé immédiatement au-dessus du tuyau d'ascension r', qui plonge dans un réservoir ou dans un puits, et le second, monté sur un siége à la partie supérieure de la chambre R′, fait communiquer avec la pompe le tuyau de refoulement r. Un robinet de trop plein R^2 sert à régler la quantité d'eau introduite dans le bac.

Sur le côté de cette pompe d'alimentation de l'appareil, est adaptée la petite pompe alimentaire R′ d'une chaudière à vapeur; cette seconde pompe est également mise en mouvement par la tige x' du piston X′, au moyen de la tringle coudée x^2 reliée à cette tige et à son propre piston; son clapet d'aspiration communique avec le tuyau t^2, et celui de refoulement avec le tuyau t^3.

Lorsque l'installation de l'appareil a lieu aux abords d'un puits, la petite quantité de vapeur nécessaire au service peut être fournie, sans dépense première, par les chaudières des machines d'extraction; c'est le cas le plus général. Dans les circonstances exceptionnelles où on n'a pas de chaudières à proximité, il suffit d'ajouter une petite chaudière fixe ou locomobile; c'est alors que l'on emploie la petite pompe alimentaire R′ dont nous venons de parler.

La tige supérieure du piston est guidée, dans son mouvement vertical de va-et-vient, par deux glissières en fonte fixées au sommet par deux oreilles sur la plaque du bac, et à la base sur le couvercle du cylindre; elle est reliée à la bielle à fourche x, et celle-ci au bouton de la manivelle v^2, par une clavette qui maintient les coussinets en bronze entre les deux branches et la tête de cette bielle. Le bouton de la manivelle est prolongé et recourbé de façon à faire lui-même l'office de manivelle avec une très-petite course, pour commander, par l'intermédiaire d'une bielle méplate Y, le tiroir de distribution y (fig. 6). La tige de ce dernier est garnie d'une petite tête en bronze, guidée verticalement par deux colonnettes vissées sur la boîte de distribution Y′; la vapeur arrive dans cette boîte par le tuyau y', et un robinet logé dans la tubulure y^2 (fig. 6) permet de régler à volonté l'admission. Le tiroir distribue donc alternativement la vapeur en dessus et en dessous du piston, et elle s'échappe ensuite par le tuyau y^3, en passant par l'orifice ménagé entre les deux canaux d'émission, comme dans toutes les machines à vapeur.

L'arbre de transmission de mouvement m, actionné directement par le moteur, est muni du volant V qui régularise la marche; il est coudé vers le milieu, et sur ce coude est ajustée la tête de la bielle x^2 qui actionne le piston Q. Pour assurer son mouvement rectiligne de va-et-vient dans le cylindre, une traverse en fonte z (fig. 1), percée au milieu, sert de guide à une tige cylindrique qui, prolongée, traverse le piston et relie avec celui-ci les deux branches inférieures de la bielle x.

Maintenant que nous avons décrit successivement les différents organes

qui composent l'appareil comme agencement mécanique, nous allons entrer dans quelques détails sur la marche générale, son mode de fonctionnement, le rendement et les modifications ou amplifications dont il est susceptible.

TRAVAIL DE L'APPAREIL.

Au sortir de la mine, le charbon est quelquefois classé par grosseur, ainsi que cela se pratique dans le nord de l'Angleterre et dans quelques localités du continent; dans ce cas on livre directement le menu à l'épuration.

D'autres fois, et c'est le cas le plus ordinaire en France, le charbon, moins les gros fragments extraits séparément, est jeté sur une grille fixe placée à 45 degrés, à barreaux espacés de 7 à 8 centimètres, qui élimine les gros morceaux, désignés sous le nom de gaillettes ou gailletteries, et laisse passer le reste mélangé au plus fin; il faut alors réduire à un état convenable de finesse, la partie trop grosse pour subir convenablement l'opération de l'épuration.

Enfin, il est des localités où l'on tient à livrer à l'épuration la totalité de l'extraction; il est nécessaire alors de briser tous les gros morceaux pour les amener à la grosseur voulue. Ce cas étant le plus complexe, et comprenant les autres, est celui que nous examinerons en détail.

Le charbon est amené de la mine sur l'estacade, et le wagon est déchargé dans la trémie C, il tombe ensuite sur la table ou grille à secousse de classement D, qui le divise immédiatement en autant de grosseurs plus une qu'il y a de plaques perforées.

Les gros fragments rejetés par la première plaque *d* arrivent sur la table de triage E, où un ouvrier peut les charger de suite dans un wagon. Les fragments passés au travers de la plaque *d*, et retenus par celle du dessous *d'* vont directement aux broyeurs F F'.

Enfin, la partie fine qui a traversé la plaque perforée *d'* tombe sur un fond plein d^2, d'où elle est rejetée directement dans la fosse par le conduit fixe *e'*. De cette fosse, comme nous l'avons vu, les godets de l'élévateur J soulèvent les produits et par le conduit J', les déversent sur la grille *m m'* du bac.

Tout étant ainsi disposé, si on suppose le bac rempli d'eau jusqu'au niveau du bord de la face antérieure, et que les matières à épurer remplissent dans le bac l'espace compris entre ce niveau et la plaque perforée du châssis, le piston agissant de haut en bas foulera l'eau dans le corps du cylindre, l'obligera, par son incompressibilité, à passer au travers des trous de la plaque perforée; il s'établira au-dessus de cette plaque un courant ascendant qui, s'il est assez fort, soulèvera les matières immergées. La résistance au soulèvement sera sensiblement en raison directe de la pesanteur spécifique de chaque corps, et la hauteur à laquelle chaque

fragment atteindra suivra la loi inverse, en supposant les fragments de grosseur à peu près égale.

Dans le mouvement ascendant ou en retour du piston, l'eau qui a été refoulée au-dessus de la plaque perforée reviendra sur elle-même en descendant, et hâtera la chute des matières; mais elles n'obéiront pas moins, bien que plus rapidement, à la loi de la gravitation des corps dans l'eau, d'après laquelle elles se précipitent avec une rapidité d'autant plus grande que la densité et le volume sont plus considérables. Si l'on admet le volume sensiblement égal, il ne reste plus qu'une donnée à la gravitation, celle de la densité. Les corps les plus lourds reviendront donc les premiers sur la plaque, et les plus légers resteront les derniers à la plus grande, hauteur. Si ce mouvement du piston est répété un nombre de fois suffisant, les matières contenues dans le bac se trouveront classées par ordre de pesanteur spécifique, suivant des couches horizontales avec une précision absolue, les plus lourdes en bas, les plus légères à la surface.

Or, dans le cas qui nous occupe, les matières les plus pesantes du mélange soumis au travail sont : le sulfure et le carbonate de fer, le sulfate et le carbonate de chaux, le schiste houiller, c'est-à-dire les corps qu'il nous importe d'éliminer. La matière la plus légère est la houille, et quelquefois des parcelles de fusin (charbon de bois pulvérulent), c'est-à-dire ce que nous devons recueillir.

En admettant qu'une certaine quantité de schiste soit déjà accumulée sur la plaque perforée, si on suppose la vanne *n'* soulevée d'une hauteur suffisante pour livrer passage sans aucune difficulté aux plus gros fragments, l'action du piston opérant le soulèvement des matières pour les tenir, en quelque sorte, en suspension dans l'eau, aura pour résultat de faire passer les schistes par l'ouverture ménagée sous la vanne; mais ils seront ensuite arrêtés par la contre-vanne *n*, et s'accumuleront dans l'espace compris entre la vanne et la contre-vanne. Les matières schisteuses réunies en cet endroit retarderont d'autant plus le passage de nouveaux schistes sous la vanne, que la hauteur acquise à la colonne sera plus grande. Il arrivera un moment où l'équilibre s'établira des deux côtés de la vanne; mais alors, si on admet l'arrivée de nouvelles quantités de schiste dans le bac, l'accroissement en schiste se faisant aux dépens du charbon, la colonne de schiste et de charbon dans le bac augmentera le poids; il y aura passage à nouveau, de schiste sous la vanne, et déversement de celui-ci par-dessus la contre-vanne, en supposant que la hauteur ait été réglée au point du premier équilibre.

Si, au contraire, il y avait ralentissement de l'arrivée du schiste dans le bac, l'effet inverse se produirait dans le déversement par-dessus la contre-vanne, et se ralentirait proportionnellement à la réduction dans l'arrivée du schiste. Il se produit ici un effet de balance hydrostatique, et il est assez curieux de voir des corps solides en suspension dans l'eau, se comporter comme des liquides de pesanteur spécifique différente.

Il est nécessaire d'avoir toujours sur la plaque perforée, placée sur la grille *m m'*, une couche de schiste d'une épaisseur suffisante pour éviter tout passage de charbon sous la vanne, et prévenir, par l'aspiration que produit le piston, l'absorption dans le bac des parties fines de charbon qui se trouvent arrêtées par cette couche de schiste formant filtre; c'est ce que nous désignons sous le nom de *couche permanente de garantie;* son épaisseur doit être suffisante pour que l'aspiration n'atteigne pas la couche de charbon. Elle ne doit pas dépasser cette limite, pour n'avoir pas à employer une force motrice plus considérable, qu'il n'est absolument nécessaire dans le mouvement incessant à imprimer à une masse inerte.

Par des raisons analogues, l'épaisseur de la couche de charbon doit être suffisante, et pas au delà, pour que le schiste, dans le soulèvement, n'atteigne jamais à la hauteur du courant d'entraînement du charbon. D'ailleurs, une trop forte épaisseur de matière rend le travail moins sensible dans les régions supérieures.

Admettons comme moyenne, en raison de la nature des charbons à traiter, une épaisseur totale de la couche, mesurée près de la vanne, de 0m30, et pour l'épaisseur de la couche de garantie de schiste 0m12, l'épaisseur de la couche de charbon sera de 0m18.

Appelons a le poids spécifique dans l'eau de la couche ou colonne de schiste dans le bac; b le poids de la couche de charbon supposée; c le poids de la couche ou colonne de schiste entre la vanne et la contre-vanne : nous devons avoir comme équation d'équilibre $a + b = c$.

La densité du schiste, en considération du mélange d'un peu de sulfure de fer, peut être admise à 2,6; celle du charbon est assez ordinairement de 1,4. Mais ces poids dans l'eau ne sont plus que 1,6 pour le schiste, et 0,4 pour le charbon. Appelons x la hauteur de la colonne de schiste entre la vanne et la contre-vanne, qui est la hauteur de la contre-vanne au-dessus des châssis : mettons ces valeurs dans l'équation d'équilibre, nous aurons

$$1{,}6 \times 0{,}12 + 0{,}4 \times 0{,}18 = 1{,}6x, \text{ d'où } x = 0{,}165.$$

Il aurait fallu introduire ici un coefficient de frottement des schistes à leur passage sous la vanne, dont l'influence aurait réduit un peu la valeur de x. Pour traduire ce résultat en une formule pratique simple, on peut dire que la hauteur de la contre-vanne doit être à peu près égale à la moitié de l'épaisseur totale de la couche de matières sur la plaque perforée du bac.

L'épaisseur totale de la couche dans le bac doit varier, avons-nous dit, avec la nature des charbons. Des charbons lourds avec des schistes légers exigeraient une épaisseur de couche plus considérable, et une hauteur de contre-vanne proportionnellement plus grande. Mais le volume des matières à traiter est une donnée dont il convient aussi de tenir compte : avec des fragments fins et d'un petit volume, on peut réduire l'épaisseur de la couche.

Les schistes qui se déversent par dessus la contre-vanne tombent dans la

poche ou réservoir N, d'où on les fait sortir en ouvrant une vanne qui ferme le conduit N^2. Pressés par la colonne d'eau supérieure, ils glissent avec un petit mélange d'eau sur le plan incliné N', qui peut être percé de trous fins; l'eau se sépare et le schiste seul tombe directement dans le wagon de décharge. Ainsi, par cet agencement, la séparation des matières schisteuses est opérée d'une manière continue, sans arrêt et toujours en proportion de l'arrivée.

Le charbon arrivant dans le bac près de la vanne doit sortir du côté opposé, en passant en dessus de la vanne N'.

L'action du piston tendant sans cesse à égaliser les matières dans le bac par couches horizontales, si on suppose la face antérieure du bac en contre-bas du niveau de l'eau, et celle-ci retenue par l'auge S placée à l'avant, les matières de la surface s'écouleront dans cette auge par-dessus la vanne N', en proportion de l'arrivée, et le déversement du charbon par la surface s'opérera aussi d'une manière continue.

Nous avons vu que le travail avait lieu sous l'action des oscillations verticales produites par le piston; il convient d'examiner plus en détail les effets obtenus.

La hauteur à laquelle le cylindre L débouche dans le bac n'est pas indifférente. Lorsque la distance à la plaque perforée est trop faible, l'action du piston se fait sentir d'une manière inégale; elle est plus puissante près du cylindre que du côté opposé; il convient donc d'abaisser le point de jonction ou d'admission de l'eau du cylindre dans le bac. Cependant on est limité par d'autres considérations : l'accroissement de hauteur de l'appareil augmente les frais de construction; en outre, il exige l'emploi d'une force motrice plus considérable pour déplacer un plus grand volume d'eau.

Cette difficulté a été résolue heureusement par l'inclinaison vers le cylindre du châssis supportant la plaque perforée : il en résulte une plus forte épaisseur de couche là même où l'action du piston est la plus puissante, avec une pente convenable, l'équilibre est parfaitement rétabli.

Mais il en découle encore un autre avantage pour le travail : le schiste arrivant à la surface avec le charbon près de la vanne peut être d'abord entraîné à une certaine distance vers la sortie du charbon; cependant il ne tarde pas à descendre sous l'action du piston, et bientôt après avoir plongé sous le courant d'entraînement de la surface, il arrive près de la plaque perforée; alors, par l'effet de la pente du châssis, aidé par le piston qui le tient en suspension, il est ramené vers la vanne de sortie, en sorte que le schiste, dans les régions inférieures de la couche, marche en sens inverse du charbon dans le haut.

La rapidité des coups de piston ou leur nombre par minute, et l'amplitude de la course sont deux conditions qui exercent une grande influence sur le résultat du travail. L'expérience démontre, et le raisonnement confirme *à priori*, que des secousses rapides et courtes sont préférables à un mouvement lent et prolongé. Dans le premier cas, il n'est jamais à craindre

que les matières schisteuses arrivent par le soulèvement jusqu'au niveau supérieur du courant d'entraînement : on peut alors réduire au minimum le plus convenable l'épaisseur de la couche.

Avec une transmission directe donnant au piston un mouvement égal de descente et de retour, la vitesse de 100 coups par minute a été adoptée avec une amplitude de course de 12 centimètres.

Or, le diamètre du piston étant de 0,60, soit 28,27 décimètres carrés de surface, et le châssis des bacs ayant une superficie de plaque perforée de 200 décimètres carrés, le rapport des surfaces du piston et de la plaque perforée sera de 1 : 7,077. La hauteur de soulèvement de l'eau sur la plaque sera en raison inverse de la surface et de celle du piston relativement à la course de celui-ci, c'est-à-dire de

$$\frac{7,077}{1} \times 0,12 = 0,0169$$

qui est le soulèvement ou l'oscillation se produisant à la surface de l'eau dans le bac, et qui détermine la vitesse ascensionnelle. Mais en raison du resserrement des trous de la plaque, la vitesse de l'eau immédiatement au sortir des trous sera plus considérable. En admettant la section totale des trous au quart de la surface de la plaque, la vitesse de l'eau au-dessus du châssis au sortir des trous sera quadruple, c'est-à-dire dans une minute de

$$0,0169 \times 4 \times 100 \times 2 = 13^{m}520.$$

L'eau est donc animée de cette vitesse ascensionnelle au moment où elle rencontre les matières. Ne trouvant alors d'autre issue libre que les vides laissés entre les fragments constituant le foisonnement, lesquels peuvent être aussi estimés à peu près au quart, elle conserverait cette vitesse si les matières, ne cédant point à son action, restaient immobiles; mais comme cette vitesse ascensionnelle est supérieure à celle de la chute naturelle de ces corps dans l'eau, ceux-ci sont entraînés et, à une petite distance de la plaque, la vitesse ascensionnelle se ralentit pour n'être bientôt plus que le quart de celle indiquée.

Dans le cas qui nous occupe, le maximum de soulèvement des matières ne pourra dépasser

$$0,0169 \times 4 = 0,0676.$$

Par le mouvement en retour ou ascensionnel du piston, l'eau qui a traversé en montant les trous de la plaque devra immédiatement revenir sur elle-même. Or, puisque le soulèvement n'a pu dépasser 0,0676 comme limite maxima, et que nous admettons une couche de schiste de 0,12 près de la vanne MM′ et 0,08 du côté opposé, il s'ensuit que, dans ce cas, l'action d'aspiration ne pourra atteindre que faiblement la couche de charbons pour précipiter les poussières dans l'intérieur du bac, cette couche de garantie de schiste a donc un but évident d'utilité.

Si pour éviter l'aspiration de l'eau du dessus de la plaque en dessous, on voulait n'avoir qu'un courant ascendant et intermittent, ce qui peut s'obtenir par l'addition d'un simple clapet, il faudrait, dans les données ci-dessus, à chaque coup de piston, déplacer un volume d'eau de 28l 27, soit par minute à 100 coups de 2,827 litres.

A l'aide des dispositions décrites, le travail atteint dans le bac une perfection et une rapidité d'exécution remarquable. Il est facile de se rendre compte de l'effet utile auquel on peut arriver.

L'expérience démontre qu'une volée de 60 à 70 coups de piston suffit pour opérer un classement très-régulier des matières par ordre de densité. Admettons 100 coups, comme nous l'avons fait jusqu'ici, ce sera la durée d'une minute pendant laquelle les matières seront soumises à l'action du piston. Le travail étant continu, il y a renouvellement incessant : chaque fragment passant dans le bac est donc soumis, pendant ce temps, aux effets du piston. Nous avons vu que la couche de charbon avait une épaisseur de 0,18 ; mais comme entre le schiste et le charbon il y a toujours une couche intermédiaire qui se renouvelle peu, admettons pour l'épaisseur de la couche de charbon se renouvelant seulement 0,12. D'après les dimensions du bac, l'espace occupé par le charbon sera, la surface étant de 200 déc. car.,

$$200 \times 12 = 240 \text{ déc. cubes,}$$

c'est-à-dire 240 décimètres cubes de charbon qui pourront passer par minute dans chaque bac, soit par heure

$$240^{\text{m.c.}} \times 60 = 14^{\text{m.c.}},40.$$

En raison du foisonnement augmenté par les secousses qui tiennent les matières en suspension, admettons le poids du mètre cube à 600 kilogr. seulement : ce sera donc

$$14,40^{\text{mc}} \times 600 \text{ kilog.} = 8,640 \text{ kilog.}$$

de charbon pouvant passer par heure, ce qui ferait pour une journée de 10 heures

$$8,640 \times 10 = 86,400 \text{ kilog.}$$

Ce chiffre est pleinement confirmé par la pratique, et, à part quelques charbons exceptionnels qui présentent des difficultés hors ligne et toutes spéciales, on a souvent dépassé ce chiffre en bonne allure ; enfin, pour se maintenir dans les limites d'un bon travail, il convient de ne pas aller au delà de 70 à 100 tonnes par 10 heures de travail, suivant la nature du charbon.

La longueur et la vitesse de rotation des cylindres broyeurs doivent donc être calculées de façon à fournir la quantité de travail nécessaire à l'alimentation du bac.

Ces cylindres ont 45 cent. de diamètre, 50 cent. de longueur, un écartement minimum de 1 cent. et une vitesse de rotation de 60 tours à la

minute; la nappe pleine qui passerait entre les cylindres dans une minute serait 0m.c.382, et dans une heure de 22m.c.920. Mais comme le travail ne peut avoir lieu en même temps sur toute la longueur des cylindres, que la répartition n'est pas parfaitement régulière, qu'il y a des vides entre les fragments, il ne faut compter que sur le quart ou le cinquième de ce chiffre, soit environ 5 à 6 mètres cubes par heure de charbon pouvant être broyé facilement. Cette quantité correspond au moins au double en charbon livré pour l'épuration, en admettant moitié en menu fin préalablement séparé par la grille à secousse, ce qui a lieu avec des charbons de dureté moyenne.

On voit, d'après cela, que des broyeurs disposés comme il est indiqué fournissent un travail d'épuration considérable, qui peut atteindre sans peine à 100 tonnes par jour.

La force motrice nécessaire fournie par la petite machine à vapeur est d'environ de quatre chevaux; le service de l'appareil se fait avec un seul ouvrier, qui est le machiniste.

L'appareil que nous venons de décrire est disposé comme on vient de le voir, pour fonctionner sur des quantités limitées qui sont loin de suffire aux besoins des grands établissements métallurgiques.

Pour ces grandes usines, M. Bérard a disposé des appareils analogues fondés sur le même principe, pouvant épurer jusqu'à 200 tonnes de charbon par journée de 10 heures, nous allons indiquer en quoi ils diffèrent de celui dont nous nous sommes occupé jusqu'ici.

APPAREILS DE GRANDES DIMENSIONS.

Ces appareils sont composés de trois cylindres semblables à celui L de notre dessin et munis chacun d'un piston; ils sont rangés sur une même ligne contre la face latérale du bac qui est garnie de trois grilles semblables à celle E. Un même arbre coudé, formant trois manivelles divise la circonférence de rotation en trois parties égales, et actionne à la fois les trois pistons.

Une machine à vapeur horizontale commande directement, par une manivelle à coulisse, la pompe d'alimentation; elle est aspirante et foulante et à double effet. La course du piston est variable au moyen d'une coulisse ménagée à la manivelle, ce qui permet d'éviter le trop plein en réglant à volonté la quantité d'eau élevée. L'eau est foulée dans un réservoir supérieur, d'où elle est distribuée aux bacs et au *classificateur* par des vannes et robinets.

Le classificateur dont nous n'avons pas encore parlé, parce qu'il n'en existe pas dans les petites machines, est formé par une espèce de caisse rectangulaire allongée en tôle, dans l'intérieur de laquelle sont fixées des plaques perforées étagées, dont les ouvertures vont en décroissant vers les étages inférieurs. Un espace suffisant est ménagé entre chaque plaque pour le mouvement des matières. Au bas des plaques perforées sont disposés des plans inclinés pour rejeter sur le côté le produit du clas-

sement qui s'échappe par une échancrure faite au flanc du classificateur.

Un fond fixé au classificateur lui-même, et mobile comme lui, reçoit la poussière ou le plus fin numéro, si le classement a lieu à sec; ou bien si ce fond est immobile, il est fixé aux longerons qui supportent le classificateur, si le classement a lieu à l'eau, ainsi que nous allons l'indiquer.

Le classificateur est suspendu par deux ou trois paires de brimbales articulées, tournant sur des arbres fixés aux longerons : il jouit ainsi d'une extrême mobilité dans le sens longitudinal. Un mouvement rapide de va-et-vient lui est imprimé par une bielle qui reçoit l'action d'un arbre coudé solidement établi sur une plaque de fondation, fixée sur le mur principal de la chambre de la machine.

L'amplitude du mouvement de va-et-vient imprimé au classificateur doit avoir une certaine corrélation avec la vitesse ou le nombre de secousses dans un temps donné. La pente détermine la durée du séjour des matières sur le classificateur. L'expérience a indiqué qu'avec une course de 9 à 10 centimètres, une vitesse de 160 à 170 coups par minute et une pente de 10 p. 0/0, on était dans de bonnes conditions de travail.

La puissance d'action de classement se modifie très-rapidement avec de faibles différences relatives dans la vitesse : ainsi, en supposant la même amplitude de course et une vitesse de 100 coups par minute, les matières ne sont pas déplacées sur les plaques; elles se balancent en suivant le mouvement du classificateur, l'effet est nul; à 170 coups, le déplacement est extrêmement rapide, et l'action de classement atteint une puissance étonnante, qui serait à peine remplacée par l'emploi de cinq à six tambours rotatifs, dont chacun occuperait un espace beaucoup plus considérable que le classificateur.

Le diamètre des trous des plaques perforées détermine le rapport des quantités fournies par chaque numéro de classement. Ce rapport est très-variable en raison de la friabilité plus ou moins grande des charbons. On peut fournir à chaque bac un numéro différent, ce qui nécessite trois plaques perforées, et en supposant que le plus gros numéro soit envoyé aux broyeurs; dans le cas contraire, deux plaques suffisent pour avoir trois divisions.

Le plus souvent on peut se contenter de fournir le numéro supérieur au premier bac et de diviser le numéro inférieur, comprenant la poussière en deux parties égales pour les deux autres bacs. On a ainsi au bac n° 1, un charbon spécial qui peut recevoir utilement d'autres destinations que la carbonisation, et, dans les bacs n°s 2 et 3, le charbon fin qui se trouve à un état très-convenable, pour bien subir l'opération ultérieure de la séparation par ordre de pesanteur spécifique. Avec des charbons durs et lorsqu'on a un bon emploi du numéro supérieur, on peut établir la division inverse.

Lorsque le charbon arrive sec sur le classificateur, le classement s'opère avec facilité jusque dans les parties fines; mais lorsqu'il est humide, et

surtout boueux, ce qui a lieu assez souvent en France dans les bassins du Centre, le classement se fait difficilement ; chaque fragment reste enveloppé d'une couche de matière boueuse, les trous s'engorgent, en un mot, le travail se fait mal.

Dans ce cas, il convient de faire arriver en tête du classificateur un courant d'eau amené de la pompe de l'appareil dans le réservoir supérieur, et de là dans une petite caisse dont le fond est formé d'une plaque percée de trous. Cette eau tombant en pluie précipite immédiatement toute la poussière dans le fond : le classement s'opère alors avec une extrême facilité jusque dans la division la plus fine ; c'est ce que l'auteur appelle le classement à l'eau.

Dans le classement à sec, le classificateur doit être muni d'un fond faisant corps avec lui pour recevoir les parties fines et les répartir aux bacs ; mais avec le classement à l'eau, le fond peut être fixe et indépendant du classificateur : le courant d'eau jeté sur celui-ci suffit à l'entraînement du charbon fin qui doit être conduit aux bacs. Le poids du classificateur se trouve ainsi allégé, ce qui est toujours une bonne condition.

Le charbon est amené sur le classificateur par la grande chaîne à godets qui puise dans la fosse alimentée par les broyeurs. Dans les grands appareils, il y a deux paires de broyeurs superposés, les deux cylindres supérieurs sont plus écartés que les deux cylindres inférieurs ; les premiers commencent à briser les grosses masses et les seconds les divisent ; il est bon de donner à ces derniers une vitesse plus grande qu'aux cylindres supérieurs.

Lorsque le charbon fourni a déjà subi un premier criblage qui a éliminé les fragments au-dessus de 6 à 7 cent., il suffit d'avoir une seule paire de cylindres.

Le mouvement est donné à tous les organes de l'appareil, par une machine à vapeur de la force de 10 chevaux environ, lorsqu'on emploie des broyeurs simples, et de quinze chevaux avec des broyeurs doubles. Cette force répond à des charbons durs ; elle pourrait être un peu diminuée pour des charbons tendres, en raison de la moindre résistance au broyage.

Le volant fait poulie et transmet le mouvement par courroie à l'arbre supérienr commandant les pistons des bacs et le classificateur. Une poulie folle double la poulie fixe de l'arbre supérieur, ce qui permet un désembrayage facile ; à l'extrémité opposée de cet arbre est la commande du releveur.

Sur l'arbre du volant sont les poulies de commande aux broyeurs simples ou doubles et à l'élévateur. La pompe reçoit le mouvement à l'extrémité de l'arbre moteur par une manivelle à coulisse, comme nous l'avons dit. La grille à secousses est commandée par une poulie fixée sur l'arbre supérieur.

Des appareils dans les conditions précitées, avec trois bacs, suffisent au traitement de 150 à 180 tonnes et même quelquefois 200 tonnes par journée de 10 heures de travail effectif.

On doit voir, par ce qui précède, que les grands appareils ne diffèrent en réalité des petits appareils dont nous donnons le dessin pl. 21, que par la multiplicité des cylindres garnis de pistons plongeurs, les dimensions du bac, et par l'addition du classificateur.

APPAREILS DE PETITES DIMENSIONS.

Pour que ceux-ci puissent jouir des mêmes propriétés que les grands, M. Bérard vient d'y ajouter un classificateur, ce qui, naturellement, a un peu modifié la disposition générale. Le charbon venant de la mine est versé sur une grille inclinée, au-dessous de laquelle se trouve un fond plein. Les gros morceaux glissent sur les barreaux et vont sur un plancher, d'où on les jette dans le wagon de service. Les parties plus petites descendent du fond plein directement dans la fosse, et le grand élévateur les jette sur le classificateur; les portions assez fines qui peuvent passer entre les plaques se rendent directement au bac d'épuration et les autres descendent sur la plaque à secousses des cylindres broyeurs. Les charbons divisés par ceux-ci retombent dans la fosse commune, et quand le grand élévateur les jette sur le classificateur, ils passent entre les plaques et descendent dans le bac d'épuration.

Cette nouvelle disposition ne complique pas sensiblement l'appareil; l'espace n'est pas augmenté et la force motrice nécessaire pour actionner les divers organes n'a pas besoin d'être plus considérable, quoique la quantité de charbon élevée soit plus grande, puisque l'élévateur est obligé de remonter les charbons qui n'ont pu passer la première fois par le classificateur. Mais comme ce sont les broyeurs, le cylindre plongeur et la pompe qui absorbent la plus grande partie de la force motrice, ce n'est pas une surcharge assez considérable pour augmenter la puissance du moteur; en effet, il suffit de faire marcher l'élévateur un peu plus vite et la force de quatre chevaux que peut transmettre la machine à vapeur est plus que suffisante.

Pour compléter les renseignements qui précèdent sur l'épuration de la houille, il ne nous reste plus qu'à examiner les résultats techniques et économiques du travail, c'est ce que nous allons faire en reproduisant les considérations de M. Bérard à ce sujet.

DES RÉSULTATS PRODUITS PAR L'ÉPURATION DE LA HOUILLE.

Les qualités physiques et chimiques de la houille sont extrêmement variables d'une contrée à l'autre. Chaque bassin houiller a un caractère général distinctif qui lui est propre, et cependant, on trouve encore, dans les diverses exploitations d'un même bassin, des variations essentielles dont on a à tenir compte. La même couche se modifie parfois dans sa composition et sa manière d'être, et il arrive qu'une exploitation fournit, à de courts intervalles, des produits variables. Il serait sans intérêt et matériellement impossible de suivre dans leurs détails toutes ses modifications ou trans-

formations. Nous tracerons rapidement, au point de vue qui nous occupe, les traits généraux distinctifs.

Nous devons distinguer dans la houille ses caractères physiques, constituant le mode d'agrégation moléculaire d'où naît la dureté ou la friabilité ; sa composition chimique, non pas tant sous le rapport de tous ses éléments constitutifs, tels que carbone, hydrogène, oxygène, etc., mais eu égard aux substances non combustibles en combinaison intime, ce qui constitue la cendre normale du charbon, qu'aucune opération mécanique ne saurait enlever; enfin, sa manière d'être considérée dans un ordre d'idée que nous pourrons appeler minéralogique, exprimant le simple mélange de la houille avec des substances étrangères tels que les schistes houillers, le sulfure de fer, le fer carbonaté lithoïde, les sulfates et carbonates de chaux, etc., substances qui peuvent se détacher entre elles, et de la houille, par le brisement ou la simple division, non pas tout à fait moléculaire, mais en petits fragments.

Ainsi, en Angleterre, les charbons du bassin de Newcastle sont généralement durs, riches en hydrogène et en goudron, contenant peu de cendre normale (1 1/2 à 2 p. 100). Les matières mélangées sont : le sulfure de fer, en assez forte proportion, disséminé dans des plans de fissures en petites paillettes, ou strié dans des rognons de charbon, et plus rarement en cristaux cubiques ; le schiste houiller est tendre et généralement peu abondant. Mais on trouve également, dans les plans de fissure, une forte proportion de petites lamelles de carbonate de chaux, qui, au contact du sulfure de fer, se transforme en sulfate de chaux, et se détachent facilement de la surface du charbon au moindre choc.

Il résulte de ces caractères que le menu charbon doit renfermer beaucoup de corps étrangers ; sa dureté s'oppose à la formation d'une quantité un peu notable de poussière, et dans cette faible proportion viennent se réfugier toutes les lamelles très-ténues de sulfate et carbonate de chaux, les paillettes de sulfure de fer et les schistes houillers qui, étant souvent plus tendres que la houille elle-même, se réduisent plus facilement en poussière. Le menu devient donc le réceptacle de toutes les impuretés de la houille résultant de l'exploitation dans la mine, et du brisement des fragments dans toutes les manipulations. Le dust (poussière), passé à une grille de huit à dix millimètres, contient 15 à 18 p. 100 de corps étrangers. Ce charbon peut être considéré comme un type extrême.

Les charbons du Wigan (bassin de Liverpool) sont généralement plus riches encore en gaz que ceux de Newcastle, mais un peu moins durs. Ils renferment une proportion moindre de sulfure de fer, de sulfate et de carbonate de chaux et plus forte de schiste houiller. La poussière est impure, quoique à un degré inférieur à celle de Newcastle. Ces charbons, malgré leur impureté moins grande, mais par cela même qu'ils sont sensiblement plus friables, ne sont pas tout à fait aussi faciles à traiter que les précédents. Cela tient également à la nature des résidus, dont la densité n'est pas aussi élevée, prise en moyenne.

La houille grasse du pays de Galles, propre à la fabrication du coke, notamment des environs de Newport et de Cardiff, est encore sensiblement plus tendre que celle du Wigan, et, à plus forte raison, que celle de Newcastle ; elle peut être rangée dans la catégorie des charbons mi-durs, mais moyennement riche en gaz, et très-convenable à la carbonisation. Certaines couches sont très-pures, surtout en cendre normale (1 à 2 p. 100). La couche n° 2 renferme en mélange une assez forte proportion de schiste, bien que le charbon en fragments contienne peu de cendre normale ; mais comme il est plus friable qu'à Newcastle, le menu fin est relativement moins

impur. Le charbon de ces contrées renferme bien moins de sulfure de fer que celui du Wigan, et surtout de Newcastle; on ne rencontre que des quantités inappréciables de sulfate et de carbonate de chaux; aussi convient-il éminemment aux usages métallurgiques; mais son traitement pour épuration est plus difficile.

Dans le nord de l'Angleterre, on ne livre à l'appareil que le charbon préalablement criblé au sortir de la mine, c'est-à-dire le dust, et quelquefois les pises (bois). Dans le pays de Galles, le charbon étant plus friable, ne subit pas les mêmes manipulations, et on livre des fragments plus gros qu'il est utile de broyer pour la fabrication du coke.

En France, les charbons qui se rapprochent le plus de ceux du nord de la Grande-Bretagne par leur dureté et certains caractères minéralogiques, sont ceux du bassin du Centre (Commentry) et de l'Aveyron; mais ils s'en éloignent par la teneur en cendre normale, qui est ici sensiblement plus forte (3 à 6 p. 100). En outre, les charbons du Centre contiennent souvent une variété de schiste argileux, qui se délaye à l'eau et forme une boue argileuse qui reste en suspension. On conçoit que, pour de tels charbons, le courant d'eau devienne une nécessité pour laver les surfaces. Le dépôt des poussières est peu abondant, très-impur, pauvre en charbon, et impropre à toute espèce d'usage, lorsque le travail est bien fait. Dans l'Aveyron, le fait de l'existence des schistes argileux ne s'offre pas; mais le sulfure de fer est en abondance; la présence caractéristique pour le bassin de Newcastle des lamelles de sulfate de carbonate de chaux n'est ici qu'un accident.

Les charbons du bassin de la Loire, qui ont toujours joui, et à juste titre, d'une réputation de supériorité sur tous les charbons du continent, forment en quelque sorte le terme opposé à ceux de Newcastle. Les houilles grasses, surtout, propres à la fabrication du coke sont très-friables et peu chargées de sulfure de fer; quelques-unes renferment une assez forte proportion de schiste; mais ce qui est généralement désigné sous cette dénomination doit être divisé en trois espèces bien distinctes: 1° schiste houiller proprement dit, presque toujours dur; 2° minerai de fer (carbonaté lithoïde et oolitique), très-dur; 3° et un mélange intime de schiste et de charbon connu dans le pays sous le nom de cru, beaucoup plus dur que le charbon et donnant à l'incinération 25 à 30 p. 100 de cendre. Toutes ces substances mélangées au charbon étant beaucoup plus dures que lui, celui-ci, par sa plus grande friabilité, se réduit le premier en poussière et en bien plus grande quantité dans les diverses manipulations qu'on lui fait subir; de là vient que la partie fine est la plus pure du mélange.

Pour rendre le fait comparatif plus sensible par des chiffres, supposons que l'on prenne 1000 kilogrammes de menu charbon de Newcastle ayant passé au travers d'une grille dont les trous ont 30 millimètres de diamètre, et 1000 kilogrammes de charbon menu de Saint-Étienne dans les mêmes conditions. Si, par le classificateur, nous divisons par grosseur chacune de ces quantités en trois parties égales en poids, nous aurons à très-peu près les résultats suivants :

NEWCASTLE.

			millim.		millim.	teneur en schiste.
1er tiers,	ou 333k 33,	compris entre	30	et	11	8 p. 100
2e tiers,	—	—	11	et	6	12 —
3e tiers,	—	inférieur à	6	et	»	22 —
		Moyenne................				14

SAINT-ÉTIENNE.

						teneur en schiste.
			millim.		millim.	
1er tiers, ou 333k33,	compris entre		30	et	10	15 p. 100
2e tiers,	—	—	10	et	3	8 —
3e tiers,	—	inférieur à	3	et	»	4 —
		Moyenne.............				9

On voit d'après cela que la proportion des schistes ou matières impures augmente dans le charbon de Newcastle, à mesure que les fragments diminuent de grosseur, tandis que c'est exactement l'inverse à Saint-Étienne.

Ces résultats justifient l'importance qu'on doit attacher, dans le bassin de la Loire surtout, à recueillir avec soin toutes les poussières : ils se modifient d'ailleurs à l'infini pour chaque localité et dans les divers pays, en raison du rapport de la friabilité du charbon et des matières mélangées : des chiffres absolus et déterminés seraient donc sans importance.

La présence, heureusement assez rare, du cru dans certains charbons du bassin de Saint-Étienne, augmente considérablement les difficultés du travail : c'est principalement dans quelques couches du système supérieur de Bérard et du système moyen de Méons qu'on rencontre cette substance dont la densité, étant intermédiaire entre celle du schiste houiller et du charbon, devient un grave embarras; il faut le faire passer au schiste ou au charbon : dans le premier cas, le déchet peut devenir énorme; dans le second, l'épuration est imparfaite.

On pourrait, au besoin, obtenir le cru séparément par quelques modifications aux dispositions décrites; mais on peut aussi, sans rien changer, et en raison de sa plus grande dureté, conserver le meilleur cru en grande partie dans la première division par grosseur et le mauvais aux schistes : les numéros fins en sont alors presque complétement débarrassés. La perfection de travail fournie par l'appareil peut seule atteindre un tel résultat.

Dans le bassin du Gard, les charbons de la Grand-Combe sont moyennement durs ou presque durs au sortir de la mine; mais bientôt ils s'altèrent à l'air et fournissent pas mal de menu. Les schistes mélangés en abondance sont généralement durs. Il résulte de là que les gros numéros de classement sont plus impurs que les fins; c'est le contraire de ce qui a lieu pour les charbons du bassin du Centre avec lesquels ceux-ci ont une certaine analogie d'aspect; c'est, par une cause différente, un peu analogue à ce qui se passe à Saint-Étienne, quoique les charbons ne se ressemblent nullement. Les houilles de la Grand-Combe sont assez ordinairement peu riches en gaz et en goudron, et sous ce rapport de qualité très-variable. La proportion de cendre normale est élevée.

Les charbons de Portes sont à peu près dans le même cas, quoique préférables. Ceux de Bessége sont plus purs, mais un peu plus friables.

Les charbons du bassin de Saône-et-Loire sont assez généralement durs (Blanzy), riches en gaz et présentent quelque analogie avec ceux de Commentry, quoique moins chargés en sulfure de fer. Au Creusot, la friabilité augmente et la proportion de gaz diminue.

Dans le bassin du Nord, les charbons à coke sont ordinairement mi-tendres; mais comme les schistes sont très-friables, la poussière est plus impure que les numéros

supérieurs. Quelques fosses, tel que le puits Napoléon, renferment une assez forte proportion de sulfure de fer disséminé dans la masse et difficile à extraire : ce cas n'est pas très-général, heureusement.

En Belgique, dans le bassin de Mons, les charbons gras sont d'une extrême friabilité, et il importe ici, au plus haut degré, de recueillir la poussière; mais il faut le faire dans certaines conditions spéciales. Le schiste est aussi très-friable, quoique à un moindre degré que le charbon : il en résulte que la poussière serait un peu plus pure que les numéros supérieurs, s'il ne s'y trouvait pas mélangée une substance noire pulvérulente assez analogue au fusin, contenant 8 à 10 p. 100 de cendre ; cette matière surnage : de là vient la nécessité, pour l'éliminer, d'avoir un faible courant d'entrainement, et d'opérer par décantation en même temps que par submersion complète. Les petits fragments de ces charbons sont purs en cendre normale (1 1/2 à 2 p. 100 dans la grande couche d'Élouge), et avec un bon travail on peut obtenir d'excellents produits.

Les charbons à coke du bassin de Charleroi, qui est la continuation non interrompue de ceux du Nord et de Mons, sont peu abondants. Ils sont moins friables que les précédents, renferment moins de fusin, mais un peu plus de sulfure de fer, quoiqu'en petite quantité.

Les charbons gras du bassin de Liége, prolongement de celui de Charleroi, en passant par Namur, sont encore un peu moins friables ; on pourrait presque les ranger dans la catégorie des charbons mi-tendres ; il n'y a presque plus de fusin, mais la proportion de sulfure augmente encore. Ici, comme à Charleroi, la poussière est plus chargée de matières étrangères que les numéros supérieurs, bien que la différence ne soit pas grande. Ce sont des charbons faciles à traiter.

En Prusse, dans le bassin de la Ruhr, les charbons sont d'une remarquable régularité de gisement et de composition, mi-tendres, schisteux et moyennement sulfureux. Le schiste est assez friable, en sorte qu'il n'y a pas une différence bien sensible de teneur entre la poussière et les fragments supérieurs. La quantité de cendre normale est, dans les moyennes, variant de 3 à 4 p. 100. La teneur en gaz et goudron tient également le milieu entre les extrêmes.

Dans le bassin de Saarbruck, les charbons sont durs, très-schisteux et sulfureux : quelques variétés riches en gaz et pauvres en goudron ont une teneur en cendre normale élevée. Ils sont d'un traitement facile.

On voit, par cet examen rapide des principales richesses en combustible minéral de l'Europe, la diversité de composition de cet important produit. Chaque contrée fournit un caractère distinctif, chaque localité des différences spéciales qu'on ne pourrait suivre dans tous les détails, mais qu'il fallait grouper par des faits généraux pour arriver à une pratique simple et facilement applicable à tous les cas. On peut résumer en quatre catégories principales les conditions de constitution des charbons, correspondant à quatre modes généraux de travail.

1° Charbons friables à poussière pure, exigeant impérieusement que toute la poussière soit recueillie dans le charbon même.

Ces charbons doivent être traités par submersion complète, sans courant d'eau d'entraînement ou avec un très-faible courant.

2° Charbons friables à poussière impure.

Ce cas est rare : il faut envoyer aux bassins une petite proportion de poussière, et opérer par immersion et par décantation à la surface avec faible courant.

3° Charbons durs à poussière pure.

C'est le cas le plus facile : on peut travailler par entraînement ou par immersion sans entraînement, à volonté; mais préférablement par ce dernier système.

4° Charbons durs à poussière impure.

Le système par entraînement est presque toujours préférable, surtout si le charbon est argileux : il vaut mieux envoyer aux bassins 1 ou 2 p. 100 d'un bas produit impropre à toute espèce d'usage que de le conserver dans le charbon.

Dans les cas intermédiaires on modifie, d'après les considérations qui ont été développées, par des combinaisons des quatre cas principaux.

On peut voir, par ce qui précède, combien est importante et compliquée la question de l'épuration de la houille, quels soins il faut apporter dans le choix des moyens à employer, suivant la nature des charbons, pour arriver à un résultat parfait de pureté du produit, sans perte en charbon et dans des conditions convenablement économiques. Quelques esprits superficiels ont pu penser que, pour une opération en apparence aussi simple et grossière, tous les moyens, même les plus imparfaits, étaient bien suffisants; qu'on pouvait parfaitement se contenter, par exemple, de jeter la houille dans un courant d'eau qui entraînerait les matières charbonneuses, laissant en route les parties impures plus lourdes. Mais, lorsqu'on entre au cœur de la question, on ne tarde pas à reconnaître que cette opération est une des plus délicates et des plus difficiles à effectuer pour atteindre un résultat complet, et qu'il ne faut rien moins que des appareils d'une extrême perfection, si l'on veut faire une épuration sérieuse et lucrative, surtout aujourd'hui avec le prix élevé et toujours croissant des charbons.

Recherchons maintenant le coût de l'opération.

La dépense varie en raison du travail effectué dans un temps donné. Or, cet élément change lui-même avec la nature du charbon et suivant que l'on exécute un double ou un simple broyage. Prenons une situation moyenne, c'est-à-dire une qualité pouvant être traitée à raison de 150 tonnes par journée de travail, avec un appareil à trois bacs et broyeurs simples.

Le service de l'appareil exige un machiniste pour soigner l'ensemble du système, moteur et appareil, et un aide faisant fonction de chauffeur. Quelquefois, dans certains cas particuliers, on ajoute un enfant pour la surveillance des broyeurs et de la fosse à charbon ; mais la plupart du temps il peut être supprimé sans inconvénient.

La dépense journalière se compose donc de :

Un mécanicien ou machiniste à 4 ou 5 francs par jour, suivant les localités; admettons 5 francs, ci..........	5 fr.	»
Un aide ou chauffeur à 2 ou 3 francs par jour, ci..........	3	»
Avec une machine à moyenne pression, sans détente variable et sans condenseur, la dépense en combustible peut être estimée à 4 kilogrammes par heure et par force de cheval, soit pour 8 1/2 chevaux et pour dix heures 340 kilogrammes; mais comme le travail est suspendu la nuit, admettons une consommation de 400 à 450 kilogrammes de charbon valant sur le puits 0 fr. 60 à 1 fr. 30, suivant les bassins houillers. Prenons le maximum, ci..........	5	85
Graissage et entretien estimés de 3 à 4 francs, ci..........	4	»
Total de la dépense journalière..........	17 fr.	85

Soit pour une tonne à raison de 150 tonnes de charbon travaillées par jour, ci.. 0 fr. 119

Cette dépense est réduite de moitié environ lorsqu'on a la vapeur gratuitement, ce qui se présente fréquemment près des puits ou des établissements de four à coke dont on peut utiliser la chaleur perdue; car alors, outre le charbon, on supprime encore l'aide-machiniste.

Les frais de premier établissement comprenant l'appareil avec tous ses accessoires, machine à vapeur munie de son générateur, bâtiment, clôture, installation, etc., s'élèvent à environ 35,000 francs. L'intérêt et l'amortissement de ce capital estimé à 10 p. 100, soit 3,500 fr. par an, grèverait la tonne de charbon 0 fr. 077. Mais, comme l'appareil étant bien entretenu pourra très-convenablement fonctionner encore au bout de vingt ans et conservera une valeur fort appréciable, supérieure à celle des matériaux, ce chiffre pourrait être réduit à 0 fr. 06 ou même 0 fr., 05 ; admettons..... 0 060

Enfin nous avons à comprendre la prime ou redevance due à l'invention que nous pouvons établir capitalisée à.............................. 0 100

Total ou prix de revient maximum par tonne de charbon livré à l'appareil.. 0 fr. 279

A ce prix, le charbon est broyé, classé par grosseur, lorsqu'on le désire pour des services spéciaux; épuré avec la dernière perfection, de manière à n'avoir aucun schiste dans le charbon, ni aucun charbon dans le schiste; chargé en wagon pour l'expédition, ainsi que les schistes sur le wagon de décharge; sans perte en charbon par les poussières, et en n'employant que le minimum d'eau indispensable.

Lorsqu'on considère la multiplicité des opérations et leur perfection sur des masses si considérables, on est frappé du bas prix de revient qui est atteint.

L'appareil locomobile, représenté sur la pl. 21, donne des résultats économiques au moins aussi avantageux que ceux-ci.

Cependant, par des considérations particulières fondées parfois sur des motifs d'économie relativement à la dépense de premier établissement, les nécessités d'une prompte organisation, ou une appréciation inexacte des données essentielles de la question, quelques exploitations font encore usage de deux systèmes de lavage empruntés à la préparation mécanique des minerais : le débourbeur désigné sous le nom de lavoir à eau courante, et le crible à secousses ou le bac à piston très-primitif fonctionnant à bras.

Il n'est pas sans intérêt d'examiner les résultats pratiques et économiques de ces deux instruments.

Le lavoir à eau courante consiste dans une caisse rectangulaire établie suivant une pente de 10 à 12 centimètres par mètre. En amont est un plan incliné dirigé en sens inverse de l'inclinaison générale de la caisse, et régnant sur le quart ou le cinquième de la longueur. Il résulte de cette disposition, que le sommet du petit plan incliné est en contre-haut du fond de la caisse, en forme d'escalier, un peu resserré à la partie supérieure. Un courant d'eau arrive en tête du lavoir, remplit le premier compartiment, puis tombe sur le fond de la caisse.

Un ouvrier jette à la pelle le menu charbon à laver dans le premier compartiment, l'agite sous l'action du courant qui entraîne, en remontant le plan incliné, les parties les plus légères, et laisse dans le fond les parties lourdes : or celles-ci sont le schiste et le sulfure de fer, tandis que le charbon plus léger est amené par le courant dans

la caisse : ici la section étant plus considérable, le courant est moindre et le charbon se dépose. Au bas de la caisse est une claie en osier placée là pour essayer de retenir les parties fines de charbon entraînées par le courant.

On peut voir de suite que dans la caisse un gros fragment de charbon sera transporté aussi loin qu'un petit fragment de schiste, et qu'ils ne cesseront pas d'être mélangés : aussi cette méthode est-elle très-imparfaite. Le résultat dépend d'ailleurs essentiellement du soin que l'ouvrier apporte à son travail en réglant convenablement le courant, et en agitant avec précaution les matières. Il peut à volonté produire beaucoup mais très-mal ; c'est alors une simple immersion donnant une forte perte en charbon sans aucun avantage appréciable d'épuration, ou produire moins avec un résultat médiocre et toujours chèrement acheté. Une surveillance active est indispensable, et l'on n'est jamais certain du résultat.

Quelquefois on fractionne le produit de la caisse : le premier tiers en amont est mis à part pour être relavé ; les deux tiers en aval sont seuls recueillis.

On conçoit, d'après ce qui précède, que les qualités les moins convenables pour être traitées de la sorte sont les charbons friables à poussière pure, car alors on perd par entraînement une quantité considérable du meilleur produit.

Cette méthode exige beaucoup d'eau : c'est souvent un obstacle absolu dans plusieurs localités. Pour réduire la perte effective en charbon, on est obligé d'avoir de vastes bassins de dépôt qui augmentent les frais d'installation. Au sortir de ces bassins, l'eau retient le plus souvent 2 à 4 p. 100 de charbon, à cause de l'énorme courant nécessaire à l'entraînement. Si l'eau est ramenée en service, il faut l'établissement d'un moteur avec tous ses accessoires : c'est alors une augmentation notable de frais de premier établissement, et une dépense courante à peu près équivalente à elle seule à toute l'opération du broyage et de l'épuration. Si l'eau est perdue et envoyée dans une rivière ou un ruisseau, outre la perte en charbon, on est exposé à payer des indemnités souvent considérables.

Essayons de fixer par des chiffres les résultats de ce mode de travail : admettons un charbon moyen, c'est-à-dire mi-dur.

Prenons le charbon tout préparé, broyé, criblé et amené en tête du lavoir.

La quantité produite est corrélative du résultat comme épuration : au delà d'une certaine limite de production il y a évidemment désavantage à pousser l'opération plus loin. On peut admettre par lavoir 120 hectolitres, soit 10 tonnes par jour :

Le service d'un lavoir exige deux hommes dont le prix de la journée varie de 2 fr. 25 à 2 fr. 75 ; admettons le minimum, ci........................	4 fr. 50
Entretien de l'appareil, pelles, râcles, etc., environ par jour..........	0 20
La main-d'œuvre de lavage avec ses accessoires d'outils coûte donc déjà.	4 fr. 70
Soit par tonne...	0 fr. 47

Le prix d'un lavoir est d'environ 300 francs. A ce chiffre il faut ajouter pour dépense d'installation, hangard, bassins, conduits d'eau, etc., environ 800 francs par lavoir au minimum ; c'est donc un capital de premier établissement de 1,100 fr. correspondant à un travail de 10 tonnes par jour, ou 1,100 × 15 = 16,500 fr. pour un travail de 150 tonnes équivalant à un appareil de grandes dimensions.

Nous faisons abstraction des frais de toute nature pour ramener l'eau en service.

qui augmenteraient très-sensiblement la dépense d'installation en la portant à un chiffre supérieur à celui d'un appareil complet.

L'intérêt et l'amortissement du chiffre minimum de 16,500 francs ne peuvent être comptés à moins de 10 p. 100 : la durée sera de beaucoup inférieure à vingt années, et à la fin de son service le bois pourri est sans valeur, la tonne de charbon sera donc grevée de ce fait de 0 fr. 037.

Les frais de lavage, d'intérêt et d'amortissement s'élèvent donc par tonne à

$$0{,}470 + 0{,}037 = 0^{\text{fr}}\,507.$$

Les produits de l'opération se scindent en quatre parties :

Admettons un charbon contenant 10 p. 100 de matières schisteuses. Nous avons :

1° Dans le premier compartiment d'agitation, les schistes les plus lourds dans la proportion de moitié environ, mélangés à 40 ou 50 p. 100 du charbon du plus gros volume qui n'a pu être entraîné. Ce produit est jeté.

2° Dans la caisse, en faisant abstraction de la partie en amont à relaver, se trouve le charbon à recueillir renfermant encore 3/10 environ du schiste primitivement contenu.

3° Dans les bassins de dépôt on obtient 6 à 8 p. 100 de poussière charbonneuse mélangée à 1 $\frac{1}{2}$/10 de schiste fin, ce qui donne une teneur de 15 à 18 p. 100 en schiste à ces boues, qui ne peuvent plus être lavées utilement.

4° Enfin 3 à 4 p. 100 environ de charbon très-fin, uni à des matières argileuses en suspension, sont entraînés hors des bassins et perdus.

La perte ou moins-value en charbon sur 1,000 kilogrammes se décompose donc de la manière suivante :

Melangé au schiste dans le compartiment d'agitation..................	20 kil.
Perte par entraînement hors des bassins............................	30
Total de la perte au minimum..........................	50 kil.
Soit.............. 5 p. 100	

En estimant ce charbon, après les manipulations qu'il a déjà subies, à 1 fr. 30 les 100 kilog. au minimum, ce serait donc une perte réelle par tonne de....	0 fr.	65
Les 7 p. 100 en moyenne qu'on peut recueillir dans les bassins valent à peine, en raison des frais qu'ils nécessitent pour les extraire et de leur impureté, 0 fr. 50 les 100 kilogrammes ; ce serait donc ici une perte en moins-value de 0 fr. 80 par 100 kilogrammes, soit par tonne sur 7 p. 100.	0	56
Valeur totale de la perte en charbon et en moins-value..............	1	210
Ajoutons les frais de l'opération..................................	0	507
Total réel de la dépense de lavage..................	1 fr.	717

Pour cette dépense, déjà assez considérable, on obtient un produit renfermant encore 3/10 environ de la quantité de schiste primitivement contenue.

Mais pour comparer ces résultats à ceux de l'appareil, nous avons à tenir compte de plusieurs autres éléments de dépense.

Nous avons supposé le charbon amené en tête des lavoirs, broyé et criblé : double opération faite par l'appareil, et qu'il faut faire ici.

Dans plusieurs localités on a fait usage, pour concasser le charbon destiné à la

carbonisation, de battoirs en fonte fixés à l'extrémité de manches en bois. Le charbon ainsi concassé était ensuite criblé à la main sur des grilles inclinées. Ce double travail et le transport au lavoir entraînaient à une dépense de 1 franc par tonne; mais comme elle ne portait que sur environ les deux tiers ou un peu plus de la moitié du produit livré à cette opération, c'était donc, en réalité, 0 fr. 60 à ajouter par tonne de charbon à laver, plus le transport de la partie non concassée, soit en tout 0 fr. 70.

Cette opération ne s'exécute pas partout, heureusement pour les exploitants; mais il faut ajouter généralement pour le criblage, le triage sans broyage et le transport aux lavoirs, au moins 0 fr. 25 par tonne.

Enfin, l'appareil livre le charbon et le schiste chargés en wagons, tandis que, avec les lavoirs, les matières sont livrées sur le sol. Le chargement ne peut être estimé à moins de 0,07 par tonne.

La dépense totale sans broyage, cas le plus favorable aux lavoirs, sera donc de

$$1,717 + 0,25 + 0,07 = 2,037.$$

Et avec broyage elle s'élèvera au moins à

$$1,717 + 0,70 = 2,417.$$

Ce résultat, comparé à celui de l'appareil établi à 0,279, indique déjà suffisamment les avantages et les services rendus à l'industrie. Dans un cas, le produit contient encore près d'un tiers de matières étrangères; dans l'autre, la pureté est absolue et aussi grande que le comporte la nature du charbon, en raison de la cendre normale en combinaison.

L'autre méthode manuelle fait usage du bac à piston.

Cet instrument se compose, ainsi que nous l'avons dit brièvement, d'une caisse rectangulaire en bois divisée en deux compartiments inégaux par une cloison verticale qui n'atteint pas tout à fait le fond de la caisse. Dans le plus petit des compartiments joue un piston creux en bois, mis en mouvement par un ouvrier à l'aide d'un balancier à contre-poids, ou par tout autre agencement; mais le balancier est encore ce qu'il y a de plus simple et de préférable. On évite le contre-poids avec deux bacs jumeaux. Un châssis horizontal est fixé dans le bac à une certaine distance en contre-bas du bord supérieur (28 à 30 centim.) : il est recouvert d'un treillis en osier, ou d'une plaque perforée métallique à l'imitation de ce que nous avons introduit dans nos appareils. A 10 ou 15 centimètres en dessus de ce châssis est une grille à larges ouvertures, dont le but sera bientôt indiqué.

Le bac étant rempli d'eau jusque près du bord, et le menu charbon déjà criblé et préparé étant placé sur le treillis ou la plaque perforée à peu près jusqu'au même niveau, de manière à ce que l'eau en recouvre la surface, l'ouvrier imprime au piston un mouvement de va-et-vient qui classe les matières dans le bac par ordre de densité, le charbon à la surface et le schiste à la partie inférieure : il donne ainsi une volée de cinquante à soixante coups pendant une minute; puis il soulève le piston plongeur, ce qui fait baisser le niveau de l'eau dans le bac et met le charbon à sec. Un ouvrier enlève alors à la pelle le charbon supérieur : il est arrêté en descendant par la grille à larges ouvertures, placée à 10 ou 15 centimètres au-dessus de la plaque de criblage, qui l'empêche d'arriver jusqu'à la région des schistes. Mais malgré cette précaution, lorsque la couche de schiste s'est accrue, il existe alors une couche intermédiaire, mélange de schiste et de charbon, que l'ouvrier entame forcément, ce qui introduit dans le charbon lavé une proportion assez notable de schiste.

Le charbon enlevé, on charge de nouveau et l'on donne une nouvelle volée de coups de piston. On continue ainsi jusqu'à ce que la couche de schiste ait atteint la grille de garantie : alors on arrête l'opération ; on soulève cette grille qui est mobile, et on vide à la pelle la couche de schiste encore mélangée de près de moitié de charbon. Cela fait, on remet la grille en place, on recharge et on continue l'opération.

Dans le commencement du travail surtout, il tombe dans le fond du bac une forte proportion de charbon qui se trouve mélangé à tout le schiste fin. Ce produit, presque toujours très-impur, ne peut plus être travaillé utilement : il est évacué par une porte de sortie inférieure, ce qui oblige à vider le bac.

On voit par ce qui précède que l'opération est toute manuelle, qu'elle est intermittente, et que le temps employé au chargement du charbon, à son enlèvement et à la sortie du schiste, étant beaucoup plus considérable que celui utilisé à produire le classement par ordre de densité sous l'action du piston, le travail effectif doit être très-faible. Nous avons dit pourquoi il était incomplet.

Cette méthode convient peu à des charbons argileux à poussière impure.

En supposant le charbon tout préparé près des bacs par un criblage préalable et un broyage, lorsque c'est nécessaire, les frais de l'opération proprement dite se composent de :

Deux ouvriers pour le service d'un bac (un homme et un enfant).....	4 fr. »
Réparation et entretien..	0 40
Intérêt et amortissement du capital compté à 10 p. 100 sur une valeur de 800 francs, dont 400 francs pour le bac et 400 francs pour abri, conduits d'eau, outillage, etc..	0 266
Total de la dépense par jour pour un bac.................	4 fr. 666

Un bac ainsi desservi peut travailler, dans les conditions ordinaires résultant de l'imperfection du système, environ 6 tonnes par jour de charbon menu tout préparé à l'avance.

Les frais par tonne s'élèveront donc à 0 fr. 81.

Avec du charbon à 10 p. 100 de schiste et mi-dur, on obtient à très-peu près :

En charbon lavé renfermant encore 2 1/2 à 3 p. 100 de schiste......	80 p. 100
En schiste contenant 30 à 40 p. 100 de charbon....................	8 —
En dépôt boueux et très-charbonneux de l'intérieur du bac.........	12 —
Total égal..................................	100

Ce fractionnement des produits donne lieu à une perte et moins-value par tonne, savoir :

Charbon restant dans les schistes, environ 25 à 30 kilogrammes, soit 25 kilogrammes à 1 fr. 30..	0 fr. 325
Moins-value sur le dépôt du bac, soit 120 kilogrammes dont la valeur doit être réduite à 0 fr. 70 les 100 kilogrammes (ici la dépense est moindre pour le recueillir, comparativement à ce qui a lieu dans les grands bassins des lavoirs à eau courante), soit comme moins-value 0fr60 × 120.......	0 720
Rapportons les frais de l'opération trouvés précédemment............	0 810
Total des frais ou prix de revient réel par tonne...........	1 fr. 855

Nous avons supposé le charbon tout préparé et livré près du bac. Si le broyage et le criblage à bras doivent être effectués, c'est dans ce cas, et avec le transport au lavoir et chargement, une somme à ajouter par tonne d'environ 0 fr. 70. S'il n'y a que le criblage simple, le transport et le chargement, ce sera environ

$$0^{fr}25 + 0^{fr}07 = 0^{fr}32.$$

Nous avons donc dans le premier cas, pour dépense totale,

$$1^{fr}855 + 0^{fr}70 = 2^{fr}555.$$

Dans le second cas,

$$1^{fr}855 + 0^{fr}32 = 2^{fr}175.$$

On voit donc que cette méthode est un peu moins économique encore que le lavage à eau courante, considéré au point de vue du travail des charbons de dureté moyenne. Cependant, il est des cas où elle doit lui être préférée : le résultat comme épuration est à peu près le même : il varie pourtant avec la nature des charbons. Mais, dans toutes les hypothèses, ces résultats sont loin de ceux fournis par l'appareil, tant sous le rapport de l'économie que pour la perfection du travail.

Quelques expériences contradictoires et comparatives, en vue de constater la différence du degré d'épuration entre notre appareil et les procédés manuels ordinaires, ont été faites, il y a quelques temps, à Saint-Étienne sur des charbons contenant du cru et difficiles à traiter. En voici les résultats :

	TENEUR en cendre du charbon brut employé.	PRODUIT	
		par l'appareil.	par le système ordinaire.
		teneur en cendre.	teneur en cendre.
Premier essai..............	19,25 p. 100	7,62 p. 100.	13,20 p. 100.
Deuxième essai.............	12,60 »	5,13 »	10,80 »
Troisième essai............	13,25 »	5,50 »	(1)

(1) L'expérience comparative n'a pas été continuée.

Un appareil, mis récemment en activité au Creusot, a donné le résultat suivant avec du charbon du puits Chaptal :

Teneur en cendre du charbon brut.................... 15,3 p. 100
— — épuré par l'appareil...... 2,3 —

Pour comparer entre eux les divers modes d'épuration de la houille, nous devrions prendre les faits dans des conditions identiques, en admettant le broyage dans tous les cas et l'épuration poussée au même degré de perfection : cette dernière condition est difficilement réalisable, nous en ferons abstraction.

Nous avons pour la dépense, pendant un an, de 150 tonnes de charbon traitées par jour, soit pour 300 jours, 45,000 tonnes.

Par l'appareil, avec broyage compris, nous devons compter 45,000 tonnes à

0 fr. 279; mais en tenant compte des éventualités de l'industrie, de la responsabilité, de la surveillance et des frais généraux obligatoires dans une opération importante d'épuration, admettons le chiffre de 0 fr. 50 au lieu de 0 fr. 279, nous aurons :

45,000 tonnes × $0^{fr}50$ = 22,500 fr.

Des considérations analogues aux précédentes devraient nous faire augmenter le prix de revient des autres méthodes de 0 fr. 20 environ par tonne : négligeons cet accroissement de dépense en conservant les chiffres trouvés.

Par les lavoirs à eau courante avec broyage simple non mécanique :

45,000 tonnes × $2^{fr}417$ = 108,765 fr.

Par les bacs à piston, également avec broyage simple non mécanique :

45,000 tonnes × $2^{fr}555$ = 114,975 fr.

Différence par an en faveur de l'appareil, comparativement aux lavoirs à eau courante :

86,265 fr.

Différence par an en faveur de l'appareil, comparativement aux bacs à piston :

92,475 fr.

Ces chiffres, dont on ne se rend pas assez compte généralement, sont trop frappants pour qu'il soit nécessaire de les commenter longuement. On est à se demander si, dans des conditions aussi coûteuses des méthodes manuelles, l'opération du lavage présente partout de bien sérieux avantages; et cependant, dans un grand nombre de localités, la supériorité des produits, les conséquences qui en découlent sont tellement considérables qu'il n'y a pas à hésiter, même au prix ci-dessus des frais les plus élevés.

Les avantages réalisés dans les hauts-fourneaux par l'emploi des cokes épurés portent sur trois points essentiels :

1° Réduction dans la consommation ;

2° Allure plus facile ;

3° Amélioration de la qualité du produit.

Ces avantages ne se traduisent pas partout de la même manière : la nature des éléments composants joue ici nécessairement un très-grand rôle. La composition du minerai et du lit de fusion a sa part d'influence. En général, partout où le charbon est très-sulfureux, les résultats d'amélioration sont le plus marqués : il est plusieurs établissements importants pour lesquels l'épuration est devenue aujourd'hui une question vitale.

Au point de vue de la consommation en coke, recherchons *à priori* l'effet produit par l'épuration.

Si l'on admet un charbon contenant 10 p. 100 de schiste, en dehors de la cendre normale, et donnant un rendement pratique de 60 p. 100 en coke, la perte en poids du schiste par la calcination résultant de la carbonisation étant de 20 p. 100 environ, il s'ensuivra que le coke produit dans de telles conditions renfermera 13,33 p. 100 de résidu incombustible, outre la cendre normale primitive de la houille : cette quan-

tité sera en excédant dans le coke provenant du charbon non épuré sur le coke fourni par le charbon préalablement épuré. Ces matières étant introduites dans le haut-fourneau doivent être portées à la température de la fusion : or, comme elles sont généralement très-réfractaires, elles absorberont au moins moitié de leur poids en carbone pour être fondues,

$$\text{soit } \frac{13,33}{2}.$$

La différence de consommation entre du coke épuré et du coke non épuré se traduira donc par

$$13,33 + 1/2\ (13,33) = 20 \text{ p. } 100.$$

L'expérience démontre, en effet, que dans les conditions posées, l'économie de consommation est au moins égale à ce chiffre : ainsi, dans les usines où le coke rendu au gueulard du haut-fourneau vaut 35 à 40 fr. la tonne, cette économie se traduit par une différence de 7 à 8 fr. par tonne de coke, ce qui est déjà considérable. Mais il est des localités où la différence sérait plus importante encore et atteindrait 25 à 30 p. 100 dans la consommation.

Les avantages du coke pur, quant à l'allure du haut-fourneau, à la régularité de sa marche, à la facilité du travail, sont trop connus actuellement de tous les praticiens pour qu'il soit nécessaire de beaucoup insister. Les symptômes immédiats sont : creuset se dégageant plus facilement, descente plus régulière des charges, laitiers moins visqueux et moins abondants, allure plus chaude, tuyères claires, etc.; tels sont les effets qui résultent surtout de l'emploi des cokes épurés. Bien que ces avantages ne puissent se traduire que difficilement en chiffres, ils n'en sont pas moins très-réels et très-importants. Ce n'est jamais un faible résultat lorsqu'il s'agit, dans les appareils tels que les hauts-fourneaux, d'éviter les accidents de marche et de contribuer à la facilité du travail, à la régularité du fonctionnement, et surtout à l'accroissement de la production : or toutes ces conditions sont obtenues jusqu'aux dernières limites du possible avec des cokes bien épurés.

Enfin, l'accroissement de valeur du produit par l'amélioration de la qualité n'est pas moins incontestable, quoique variable dans de grandes limites, quant aux résultats.

A Decazeville, par des soins intelligents apportés dans l'ensemble de la fabrication, et surtout aussi par l'introduction de l'épuration préalable de la houille, qui la débarrasse d'une forte quantité de sulfure de fer, on est parvenu à faire du bon fer marchand sans addition de fonte au bois d'un prix plus élevé, dont on ne pouvait se passer précédemment.

De tels exemples ne sont pas rares.

La qualité du fer à la houille a gagné d'une manière extrêmement sensible en France depuis l'épuration des charbons : le maître de forge n'a pas retiré seul le bénéfice de cette amélioration; incontestablement le consommateur a aussi participé aux avantages obtenus.

Les mêmes effets se sont produits en Belgique, bien qu'à un degré peut-être moins sensible, car les charbons belges sont généralement peu sulfureux. Quelques chefs d'usine ont cependant résisté au mouvement en prétendant que les schistes de leur coke servaient de fondant à la gangue de leur minerai : le fait serait possible, quoique étant une exception fort rare, la plupart des minerais traités en Belgique étant à

gangue siliceuse plus ou moins mêlée d'alumine : c'est donc une assertion qui aurait besoin d'être vérifiée.

En Angleterre, les établissements de Cokoé (comté de Durham) alimentent, en cokes faits avec des charbons menus, précédemment sans emploi aucun, plusieurs hauts-fourneaux des établissements de Hartpool qui consommaient les premiers cokes de l'Angleterre (Brunspeth, Maryhill), et la substitution s'est faite avec avantage sous tous les rapports. Ici nous avons donné une valeur importante à un produit qui n'en avait aucune : de rien il a été fait quelque chose.

Les forges et hauts-fourneaux de Hemathite-Hayron et Ce font usage à White-Haven des menus charbons qui étaient précédemment rejetés.

Nos cokes de Burn-Moor (près Newcastle), faits avec des menus délaissés que l'on brûlait, et qui ont souvent servi à former des remblais de chemin de fer, sont actuellement très-recherchés pour l'exportation, où il importe à un si haut degré de ne transporter que des matières utiles.

Dans le pays de Galles, plusieurs exploitants et industriels produisent du coke épuré de première valeur avec des menus charbons de qualité inférieure.

Pour la traction sur les chemins de fer, l'épuration de la houille n'a pas moins d'importance qu'en métallurgie. Il importe au plus haut point d'avoir du coke aussi pur que possible. A surface de chauffe égale, on peut développer dans un temps donné une quantité de vapeur plus considérable qui permet une accélération de vitesse : c'est d'une portée capitale pour les trains express.

En outre, la consommation est réduite de toutes les matières incombustibles mises sur la grille et du carbone nécessaire pour porter ces cendres à la température du foyer. Enfin, avec des cokes purs, les tubes s'engorgent moins vite, et l'altération ou la détérioration de tous les organes est moins rapide.

Si tous ces faits sont incontestables pour le coke, ils ne sont pas moins évidents pour le charbon, que l'on commence à employer en nature sur les locomotives. Ici plus encore, il importe de lui faire subir l'opération préalable de l'épuration ; la présence du sulfure de fer, se transformant par la combustion en acide sulfureux, exercerait une action bien plus rapide d'altération sur les chaudières que lorsqu'il est déjà en partie décomposé par la carbonisation, comme dans le coke. Les autres raisons de l'utilité de la pureté existent également pour la houille crue, soit qu'on l'emploie en fragments plus ou moins gros, ou à l'état d'agglomération par le goudron.

Il serait superflu de pousser plus loin ces appréciations pour reconnaître la haute importance qu'a déjà acquise la question de l'épuration de la houille, et le rôle considérable qu'elle est appelée à jouer en industrie, dans un temps très-prochain. Lorsqu'on voit le prix du combustible minéral s'élever avec une progression si rapide, il est permis de s'inquiéter de l'avenir. Dans une industrie qui compte en France par centaines de millions et en Europe par milliards, toutes les questions qui se rattachent à l'économie d'emploi d'un produit si précieux, à une meilleure utilisation, à la possibilité de tirer parti de ce qui est quelquefois délaissé, s'élèvent à la hauteur des considérations les plus graves de l'économie politique.

Pour compléter ce travail sur l'épuration de la houille, nous donnerons dans un prochain article, l'examen de quelques brevets récents qui nous ont paru présenter quelques particularités intéressantes.

MACHINES A VAPEUR

CONDENSEUR A DOUBLE EFFET

APPLIQUÉ

AUX MACHINES MOTRICES

DES ATELIERS DU CHEMIN DE FER DE L'EST, A ÉPERNAY

Par **M. CHARBONNIER**, ingénieur à Paris

(PLANCHE 22)

Les machines-outils des ateliers de réparations du chemin de fer de l'Est à Épernay, sont actionnées par une machine à vapeur du système de M. Meyer, d'une force nominale de 25 chevaux; deux machines semblables sont placées l'une près de l'autre.

M. Charbonnier a appliqué à chacune de ces machines un condenseur vertical avec pompe à air à double effet, qui donne d'excellents résultats et présente par sa disposition et sa construction toute particulière des avantages qui seront très-appréciés, nous n'en doutons pas, de tous les ingénieurs et des constructeurs de machines à vapeur.

Par suite de sa disposition à double effet, la pompe à air du système de M. Charbonnier a des dimensions moindres que les pompes à air ordinaires à simple effet, employées presque exclusivement jusqu'ici dans les condenseurs verticaux.

Tridgold indique pour le volume utile engendré par le piston de la pompe à air pendant une révolution, environ le 1/16 du volume engendré par le piston à vapeur; selon lui, le rapport 1/9 est beaucoup trop grand. Pourtant nous trouvons dans la pratique, que presque tous les constructeurs ont adopté jusqu'ici pour la capacité des pompes à air, le 1/8 environ du volume engendré par un coup double du piston du cylindre à vapeur.

M. Charbonnier a adopté environ le 1/11 ou le 1/12. Cette capacité suffit largement, comme l'expérience l'a démontré, car depuis plusieurs années que ce système est appliqué, non-seulement aux machines d'Épernay, mais encore sur des machines à balancier, dont les dispositions

toutes différentes ont obligé de modifier les formes, les dimensions, les courses, etc.; la marche et le fonctionnement de tous ces appareils sont complètement satisfaisants. Dans toutes ces machines, l'appareil est placé sur la plaque de fondation et non sous cette plaque comme il l'est dans la plupart des machines, ce qui offre une bien plus grande facilité pour le nettoyage et l'entretien.

La disposition générale du condenseur des machines d'Épernay, qui se compose principalement de trois capacités cylindriques et concentriques, a permis de fondre d'une seule pièce le corps de pompe, le condenseur et la bâche, de sorte que tous les assemblages sont naturellement supprimés, ce qui diminue notablement les chances de rentrée d'air. Il résulte bien de cette combinaison quelques difficultés dans le moulage de cette pièce multiple, mais le coulage de plusieurs pièces semblables, qui sont toutes sorties parfaitement saines du moule, a démontré qu'il suffisait d'un peu de soin de la part du mouleur pour obtenir un bon résultat. En outre, si le moulage est un peu dispendieux, le travail d'ajustage l'est très-peu, il se fait presque en entier sur le tour et sur la machine à raboter.

Plusieurs autres détails de construction que nous examinerons au fur et à mesure que nous décrirons l'appareil, font du condenseur à double effet de M. Charbonnier, un organe complet, perfectionné et susceptible d'être appliqué avec avantage, en modifiant quelques dispositions accessoires, à toutes les machines à vapeur à condensation, comme on va pouvoir s'en rendre compte à l'aide de la description suivante.

DESCRIPTION DU CONDENSEUR REPRÉSENTÉ SUR LES FIG. 1 A 4 DE LA PL. 22.

La fig. 1 représente cet appareil en section verticale faite par l'axe, et passant par la chambre d'évacuation de l'eau, suivant la ligne 1-2.

La fig. 2 en est un plan horizontal vu en dessus de la bâche.

La fig. 3 est une seconde section verticale passant par le robinet d'injection et les soupapes supérieures d'aspiration et de refoulement, suivant la ligne 3-4.

La fig. 4 est une section horizontale faite à la hauteur de la ligne 5-6. L'appareil est tourné de façon à ce que les pièces correspondent, comme projection, à la fig. 3.

Il suffit d'examiner ces figures pour remarquer que la capacité A, dans laquelle se rend la vapeur, le corps de pompe B et la bâche à eau froide C sont fondus d'une seule pièce. La bâche repose et est boulonnée sur une plaque de fondation D qui en forme le fond; elle est réunie à la capacité ou condenseur proprement dit A, à la fois, par les petites cloisons *a* et *a'*, par la tubulure d'entrée de vapeur E (fig. 2) et le canal F d'échappement de l'eau chaude et de la vapeur condensée. Ce même canal ainsi que les cloisons *b* et le plafond *c* réunissent le condenseur à la pompe à air, de sorte que, comme nous l'avons dit, les trois pièces n'en forment qu'une seule

en réalité. Les conduits verticaux G et H, l'un pour l'arrivée de l'eau froide, l'autre pour le départ du trop-plein de la bâche, sont encore fondus avec cette dernière ainsi que deux renflements *d*, creux intérieurement pour le passage des tiges *t* et *t'*.

Ces tiges sont maintenues au centre de ces renflements *d*, dont le diamètre creux intérieur est plus grand que le diamètre extérieur des tiges, par des collets en bronze *e* et *e'* fixés au sommet et à la base de la bâche. Des traverses T et T' réunissent ces tiges à leurs extrémités : la première est forgée avec un renflement et deux oreilles *o*, qui servent à recevoir la tête de la tige de l'excentrique fixé sur l'arbre moteur, pour commander le piston P de la pompe à air par l'intermédiaire de la tige *p*, laquelle est fixée par une clavette dans le renflement forgé avec la traverse supérieure. La traverse T' est également munie au milieu d'un renflement alésé pour recevoir l'extrémité d'une tige *f*, qui actionne directement le piston d'une pompe, amenant l'eau froide dans la bâche par le conduit G.

Le fond percé de la pompe à air présente une partie annulaire qui est garnie d'un siége en bronze *g*, sur lequel sont montés à charnières les deux clapets inférieurs d'aspiration *g'*. Le couvercle de cette même pompe est formé d'un disque *h*, fixé par des vis à chapeau sur le plafond *c*; il est fondu avec la boîte du presse-étoupe *h'*, qui guide la tige du piston, et avec une portion renflée présentant un canal intérieur I, établissant la communication entre la partie supérieure de la pompe et celle du condenseur. Ce canal est garni d'un siége en bronze sur lequel le clapet d'aspiration supérieur *i* est monté à charnière. Un couvercle en fonte J, fixé par un étrier en fer *j* et des vis de pression *j'*, recouvre ce clapet; il est lui-même muni d'un clapet *k*, s'ouvrant également à charnière, pour le refoulement de l'air pendant l'ascension du piston de la pompe.

Les deux branches inférieures de l'étrier *j* sont recourbées à angle droit, pour venir s'appliquer sous les oreilles en saillies fondues avec le renflement dans lequel est ménagé le canal. Les deux vis *j'* appuient de chaque côté du clapet *k* et maintiennent en même temps solidement le siége de ce clapet et le couvercle J, en les rendant solidaires avec le couvercle de la pompe. Cette disposition permet de visiter, sans rien démonter, en desserrant seulement les deux vis *j'*, les deux clapets supérieurs.

Une disposition analogue est appliquée pour le clapet inférieur K de refoulement de l'eau chaude. Le siége en bronze *k'* de ce clapet est retenu en place, fixé sur la bride *f'* du canal F, par l'intermédiaire de deux petites règles *l* (fig. 4), serrées par la bride de la petite chambre à eau chaude L, fondue avec la tubulure verticale L', sur laquelle s'assemble le tuyau M de départ de l'eau de condensation. Au plafond de cette chambre, immédiatement au-dessus du clapet, est ménagée une ouverture rectangulaire fermée par une plaque en fonte *l*, maintenue par l'étrier *l'* et les vis de pression *m*.

Le boisseau du robinet d'injection N est adapté à la partie supérieure

de la paroi du condenseur, et naturellement à l'intérieur de la bâche qui, en regard de ce robinet, est ouverte pour permettre de boulonner la bride. Cette ouverture est fermée par la plaque en fonte *c'*, vissée sur un renflement méplat fondu avec la bâche. La clef du robinet est manœuvrée par une tige *n'*, maintenue par un support en fonte N', et terminée par une manette *m'* (fig. 2 et 3). La douille de cette manette est pourvue d'un index qui indique, au moyen du cadran divisé *o*, les degrés d'ouverture du robinet, et par suite, permet de régler la quantité d'eau qui doit passer de la bâche dans le condenseur, par les trous pratiqués dans la tubulure *n*, fondue avec le boisseau du robinet.

Le piston P de la pompe est en fonte, et creux intérieurement; sa circonférence extérieure présente une gorge circulaire dans laquelle sont serrées des tresses de chanvre; le fond est sphérique pour que, lorsqu'il descend, il puisse entrer graduellement dans l'eau sans choc. La course de ce piston est calculée de façon à ce qu'il puisse descendre un peu plus bas que le point *x*, qui forme l'entrée du conduit, comme l'indique le tracé ponctué, et ce conduit est lui-même un peu incliné de ce côté pour assurer la sortie complète de l'air du corps de pompe.

Le bord supérieur de la tubulure L' est plus élevé que le plafond de la chapelle du clapet K, afin d'éviter complètement les rentrées d'air par ce clapet.

Fonctionnement de l'appareil. — La vapeur, après avoir agi sur le piston moteur, se rend dans la capacité annulaire du condenseur A par la tubulure E (fig. 2 et 3). La pompe à eau froide, actionnée, comme nous l'avons vu, par le même excentrique que le piston de la pompe à air et par l'intermédiaire des tiges *t* et des traverses T et T', amène l'eau par le conduit G dans la bâche C; ce conduit est recouvert d'un chapeau en tôle pour éviter que l'eau ne jaillisse au dehors. Le robinet N puise dans la bâche, et, suivant son degré d'ouverture, injecte en plus ou moins grande quantité, et en une infinité de gerbes très-minces, l'eau dans le condenseur, tandis que l'excès s'échappe par le trop plein H, dont la tubulure H' (fig. 2 et 4) est munie d'un tuyau qui conduit l'eau au dehors.

Quand le piston P monte, les clapets *g'* s'ouvrent naturellement, et l'eau de condensation et avec elle l'air et les autres gaz renfermés dans le condenseur sont aspirés, et entrent au-dessous du piston dans le corps de pompe. Quand, au contraire, ce piston descend, les clapets *g'* se ferment et l'eau et l'air refoulés dans le conduit F soulèvent le clapet K et pénètrent dans la chambre L. Le tuyau de prise d'eau R aspire la quantité d'eau nécessaire à l'alimentation du générateur, et l'excédant s'échappe par la tubulure L', puis s'écoule par le tuyau de départ M.

Tel serait simplement le travail de la pompe à air, si elle était à simple effet; mais comme toute la course du piston est utilisée, lorsque celui-ci descend il refoule non-seulement l'eau contenue au-dessous de lui, mais encore il fait le vide au-dessus; le clapet *i* s'ouvre alors, et l'air, qui est

entré dans le condenseur avec l'eau d'injection qui y arrive incessamment, est aspiré. Quand au contraire le piston monte en aspirant l'eau par les clapets inférieurs g', comme nous l'avons vu, il refoule en même temps par le clapet k l'air qui s'est introduit dans la capacité supérieure du corps de pompe.

On voit donc qu'au moyen de cette combinaison, cette pompe à air est, comme nous l'avons dit, à double effet; seulement dans la partie inférieure du corps de pompe, le piston aspire puis refoule l'eau de condensation, et, probablement, un peu de mélange d'air et de vapeur, tandis que dans la partie supérieure il n'aspire et ne refoule que le mélange d'air et de vapeur et jamais d'eau. En effet, l'eau ne peut être aspirée dans la partie supérieure du corps de pompe, à moins que le condenseur ne soit entièrement rempli d'eau, ce qui ne doit jamais arriver en marche.

Nous avons donné, dans le 1er volume de ce Recueil, en décrivant la machine à vapeur de Saint-Ouen, les calculs relatifs à l'établissement des condenseurs et des pompes à air, ainsi qu'aux autres organes des machines à basse pression à condensation et à double effet; nous ne reviendrons donc pas sur ce sujet, nous allons seulement faire remarquer les modifications que le système que nous venons de décrire apporte dans les dimensions du condenseur par rapport au cylindre à vapeur. Mais, comme nous l'a fait remarquer M. Charbonnier, le système n'influe presque en rien sous le rapport des volumes, et, comme il n'y a pas de règle absolue pour déterminer la valeur de ce rapport, on peut, dans certaine circonstance, s'écarter un peu des dimensions indiquées.

Le cylindre de chacune des machines d'Épernay a 0^m420 de diamètre, et le piston a une course de 1^m260;

$$\text{la surface de ce piston} = 0{,}420^2 \times 0{,}7854 = 0^{m.q.}1385,$$

et par suite le volume engendré à chaque coup simple

$$= 0^{m.q.}1385 \times 1^m260 = 0^{m.c.}1745.$$

Ce volume est donc par coup double de

$$0^{m.c.}1745 \times 2 = 0^{m.c.}3490.$$

Le diamètre intérieur de la pompe à air est de 0^m285; la course de son piston est de 0^m240, ce qui donne pour la surface de ce piston

$$0{,}285^2 \times 0{,}7854 = 0^{m.q.}0638.$$

Par suite le volume engendré

$$= 0^{m.q.}0638 \times 0^m240 = 0^{m.c.}0152$$

pour le volume maximum d'air et d'eau, soit pour chaque coup double

$$0^{m.q.}0152 \times 2 = 0^{m.c.}0304.$$

Le rapport entre le volume du cylindre à vapeur et celui de la pompe à air est donc

$$\frac{0^{m.c.}3490}{0,0304} = 11,48.$$

au lieu du 1/8 ou au moins du 1/9 adopté dans la construction des pompes à air à simple effet, pour le volume engendré par un coup double de piston à vapeur.

La capacité du condenseur que l'on fait égale à celle de la pompe à air, quand celle-ci a le 1/8 du volume du cylindre à vapeur, a été conservée à peu près dans le même rapport, car les conditions de cet organe n'en sont nullement modifiées par la disposition particulière de la pompe.

CONDENSATION DIRECTE DE LA VAPEUR

DANS LA POMPE A AIR

Par **M. LAFOND**, lieutenant de vaisseau

(FIG. 5 et 6, PL. 22)

Un ingénieur distingué de la marine impériale, M. Lafond, à qui l'on doit plusieurs améliorations dans les appareils de navigation, et qui, le premier, a eu l'idée de substituer le chloroforme à l'éther sulfurique dans les machines dites de Dutremblay, a cherché à supprimer les condenseurs dans les moteurs à vapeur à condensation, et en particulier dans les machines marines, en condensant directement dans la pompe à air même.

On sait que dans un grand nombre de cas, surtout dans les appareils de bateaux, on est obligé, pour placer le condenseur, de lui donner des formes irrégulières, afin de lui faire occuper peu de volume et de ne pas gêner la construction. Cet organe est d'ailleurs, quoi qu'on fasse, toujours embarrassant, et ajoute, par son propre poids, à la charge de l'appareil que l'on cherche à réduire autant que possible.

M. Lafond a pensé qu'on pourrait éviter ce travail en supprimant complétement le condenseur, et en établissant la communication directement du cylindre à vapeur avec la pompe à air. Les premiers essais qu'il a faits à ce sujet prouvent que son idée est tout-à-fait rationnelle; aussi, sur un rapport favorable du comité maritime, le ministère de la marine en a ordonné l'application sur un grand navire de l'État. Nous en ferons connaître les résultats pratiques dès qu'il nous seront connus.

En attendant, pour bien faire comprendre cette nouvelle disposition de pompe à air condenseur, nous allons en donner la description à l'aide des fig. 5 et 6 de la planche 22, qui représentent l'appareil en section verticale faite par l'axe de la pompe, et en coupe horizontale à la hauteur de la ligne 1-2.

On peut voir à l'aide de ces figures que le corps de pompe A est fondu avec quatre tubulures à brides *a* et *a'*; il est fermé en-dessous par un disque plein en fonte *b* et en-dessus par un couvercle *b'* garni d'un presse-étoupe pour le passage de la tige *p* du piston P. Sur les brides des quatre tubulures sont fixées les boîtes à clapet B et B'; celles-ci sont disposées pour recevoir à leur tour les brides des tuyaux en fonte T et T' qui établissent la communication : le premier avec l'échappement de la vapeur, le second avec le conduit de départ de l'eau de condensation.

Les clapets d'aspiration *c* et *c'*, ainsi que ceux de refoulement *d* et *d'*, sont montés à charnières sur des sièges en bronze *s*, maintenus prisonniers entre les deux brides des boîtes et des tuyaux.

Le piston P est formé d'un disque en bronze garni d'étoupes serrées sur sa circonférence par un anneau de même métal *f*, fixé par des écrous à vis. Ce piston est creux intérieurement et fermé en-dessus et en-dessous par un double fond percé de petits trous *e*, devant permettre à l'air, qui pourrait s'accumuler sous le piston lorsqu'il descend, de monter dans la partie supérieure au-dessus de l'eau d'injection, afin que cet air puisse être chassé pendant la marche ascensionnelle du piston.

L'eau d'injection est amenée directement dans la pompe à air par un tuyau G muni de deux brides *g* et *g'*. Sur la première bride est fixé un tuyau vertical G' surmonté d'une boîte *h*, renfermant un clapet de retenue; le dessus de ce clapet communique avec un orifice qui débouche dans la pompe et qui est garni d'une pomme d'arrosoir *i*. Sur la seconde bride *g'* est directement fixée la boîte *h'* munie également d'un clapet de retenue, et dont le dessus est en communication avec l'orifice inférieur de la pompe garni de la seconde pomme d'arrosoir *i'*.

La vapeur arrive du cylindre moteur par la tubulure *t* du tuyau T, et elle pénètre dans le corps de pompe alternativement en-dessus et en-dessous du piston, à chaque ouverture des clapets d'aspiration *c* et *c'*. Les résultats de la condensation sont expulsés de la pompe dans le tuyau T', en traversant les tubulures et les boîtes renfermant les clapets de refoulement *d* et *d'*.

D'après ce qui précède, le fonctionnement de l'appareil est facile à comprendre, c'est exactement la marche d'une pompe ordinaire à double effet : quand le piston descend, le clapet *c* s'ouvre, la vapeur se précipite alors dans la pompe, et, comme en même temps l'eau jaillit par les trous de la pomme d'arrosoir *i*, cette vapeur se trouve condensée immédiatement. Quand, au contraire, le piston monte, le clapet *c* se ferme et celui *d* s'ouvre, pour laisser un passage au départ de l'eau injectée et au produit de la conden-

sation. Ce mouvement ascendant du piston fait fermer naturellement le clapet de retenue renfermé dans la boîte *h* de l'arrivée de l'eau froide.

Les mêmes effets ont exactement lieu dans les mêmes conditions, mais inversement, pour les clapets inférieurs *c'* et *d'* et pour l'injection *i'*. Le robinet *r*, fixé sur le fond *b* du cylindre A, sert à purger la pompe pour la mise en train.

La description que nous venons de donner doit suffire, nous le pensons, pour faire comprendre la nouvelle disposition de M. Lafond, laquelle a pour but, comme nous l'avons dit :

De supprimer le condenseur et de faire remplir sa fonction par la pompe à air elle-même, en introduisant dans cet organe, qu'il soit à simple ou à double effet, vertical ou horizontal, une injection d'eau froide de chaque côté du piston.

Par cette disposition, comme on a pu le remarquer, la pompe n'a plus le même travail d'aspiration à faire.

En effet, l'eau d'injection avec l'air qu'elle contient en dissolution, arrive d'elle-même dans la pompe; il en est de même de la vapeur d'échappement qui y arrive en entraînant avec elle les petites quantités d'air qui ont pu s'introduire dans le cylindre par les presse-étoupes.

La *pompe-condenseur* n'a plus, en réalité, qu'une seule fonction à remplir :

Expulser, à chaque coup de piston, l'air et l'eau de condensation qui lui arrivent naturellement.

Il résulte de cette disposition que, l'air ne pouvant pas s'accumuler dans les organes de la condensation, on obtient, suivant l'auteur, un meilleur vide, sans augmenter pour cela la masse d'eau d'injection.

Il serait même possible de diminuer cette masse d'eau, si, par un jeu quelconque de tiroirs ou de robinets, on obligeait les injecteurs à ne fonctionner avec toute leur intensité qu'au moment même de l'évacuation du cylindre.

Dans les condenseurs de Watt, où les injecteurs fonctionnent à peu près uniformément avec la même intensité, une grande partie de l'eau tombe dans le condenseur et arrive dans la pompe sans avoir servi à la condensation; aussi, la température de l'intérieur du condenseur est-elle toujours très-supérieure à celle de l'eau qui est enlevée par la pompe.

Or, diminuer l'eau d'injection dans les machines de marine, c'est reporter à la chaudière de l'eau moins salée et plus chaude; deux considérations qui ne sont pas à dédaigner, au double point de vue de l'incrustation des chaudières et du bon emploi du calorique.

Les premières expériences faites à Cherbourg sur ce système ayant donné de bons résultats, la marine impériale a décidé d'en faire l'application sur un grand navire à vapeur de l'État.

APPAREIL

PROPRE

A CHAUFFER L'EAU D'ALIMENTATION DES CHAUDIÈRES A VAPEUR

CONSTRUIT

Par la Compagnie des établissements **CAVÉ**, à Paris

(FIG. 7 ET 8, PL. 22)

L'idée d'utiliser la vapeur, qui s'échappe des machines sans condensation, pour chauffer l'eau devant servir à l'alimentation des chaudières, est déjà ancienne; aussi, les appareils que l'on emploie pour arriver à ce résultat, quoique tous basés sur le même principe, sont-ils nombreux. Nous croyons cependant qu'on peut les diviser en deux classes : les réchauffeurs par surfaces et les réchauffeurs par contact.

Les réchauffeurs par surfaces semblent avoir eu, dans le principe, la préférence sur les réchauffeurs par contact, et encore aujourd'hui il s'en construit autant des uns que des autres. Nous allons essayer toutefois de faire ressortir les avantages et les inconvénients de chacun des deux systèmes.

Dans les réchauffeurs par surfaces, la vapeur sortant du cylindre traverse, soit une capacité contenant un ou plusieurs tubes, soit ces tubes eux-mêmes, et alors l'eau froide refoulée par la pompe alimentaire passe au-travers des tubes ou dans la capacité qui les enveloppe, selon que la vapeur passe elle-même à l'intérieur ou à l'extérieur de ces tubes; tel est le réchauffeur de M. Castets que nous avons publié dans le VIII[e] vol. du *Génie Industriel*.

Comme on le voit, dans les appareils basés sur ce principe, la vapeur n'est point en contact avec l'eau, et sa chaleur ne peut lui être transmise qu'au travers du métal; cependant, avec des surfaces convenablement calculées, on obtient facilement de l'eau à 80° et même plus.

Dans les réchauffeurs par contact, l'eau qui doit servir à l'alimentation arrive dans une capacité qui est constamment traversée par la vapeur d'échappement, et l'eau et la vapeur sont alors en contact. L'appareil de MM. Legris et Choisy, publié dans le 7[e] vol. du *Génie industriel*, appartient à cette classe de réchauffeurs.

On comprend qu'au moyen de ce second système, il est facile d'obtenir de l'eau à une plus haute température qu'avec le premier; cependant, on ne peut arriver à plus de 80 à 90°, parce que déjà à cette température la pompe alimentaire demande certaines dispositions pour pouvoir aspirer.

Comme résultat final, les deux systèmes sont donc à peu près dans les mêmes conditions; voyons maintenant quel est celui des deux qui présente le plus d'avantages dans la pratique.

Les réchauffeurs par surfaces, s'ils ont l'avantage de ne pas gêner la marche de la pompe alimentaire, ont, selon nous, plusieurs inconvénients qui les feront abandonner.

La transmission du calorique autour des surfaces, qui se fait bien tout d'abord lorsque l'appareil est neuf, diminue très-rapidement; l'eau, en s'échauffant, dépose à l'intérieur des tuyaux qu'elle traverse, ou à l'extérieur de ceux qu'elle enveloppe, des dépôts calcaires qui nuisent à la transmission de la chaleur et si l'on n'a pas soin de nettoyer souvent ces appareils, il arrive un moment où ils se bouchent complétement; de son côté, la vapeur en sortant du cylindre, entraîne avec elle des huiles et dépose une couche grasse qui nuit également à la transmission de la chaleur.

Ces appareils exigent donc un très-grand entretien, sous peine de ne plus donner que de faibles résultats et même au point de se boucher et de ne plus pouvoir fonctionner du tout. D'un autre côté, étant destinés à recevoir une pression de 5 à 6 atmosphères, ils demandent à être construits avec précision, et les tuyaux ou serpentins doivent être faits de préférence en cuivre pour résister longtemps, ce qui élève le prix de ces appareils d'une façon assez notable. En outre, et malgré toutes les précautions prises pour assurer leur bonne construction, il arrive assez souvent que, par suite de la dilatation, ces appareils fuient et exigent des réparations fréquentes.

Les réchauffeurs par contact ne présentent pas les mêmes inconvénients; n'ayant à supporter aucune pression, il n'exigent pas la même précision dans leur construction que les premiers, ne sont, par suite, pas susceptibles de se déranger et n'exigent alors que peu d'entretien et sont du reste très-faciles à nettoyer. La seule chose qu'on puisse leur reprocher, c'est que, comme l'on est obligé d'aspirer de l'eau chaude, la pompe alimentaire doit être placée de telle sorte qu'elle ne fonctionne que pour refouler.

Cette disposition ne présente d'ailleurs aucune difficulté, et, en ayant soin de mettre un petit récipient sur le tuyau d'aspiration, on assure ainsi le jeu de la pompe alimentaire; elle a encore un autre avantage: c'est que la vapeur condensée est renvoyée dans la chaudière, tandis que, avec les appareils réchauffeurs par surfaces, il faut une pompe spéciale pour obtenir ce résultat.

Les réchauffeurs par contact sont donc, selon nous, de beaucoup préférables aux premiers; cependant, nous ferons remarquer que, pour les machines à condensation, quand on veut surchauffer l'eau d'alimentation qui

sort de la pompe à air à 45°, et qu'on veut élever cette température à 80° et même plus, on est dans la nécessité d'employer l'appareil réchauffeur par surfaces; application qui a été faite ces dernières années aux bateaux *express* construits par la compagnie Cavé pour la société Leloup-Ruel, Delisle et Ce.

Maintenant que nous avons fait ressortir les avantages du réchauffeur par contact, nous allons décrire l'appareil employé par la compagnie des établissements Cavé.

DESCRIPTION DU RÉCHAUFFEUR REPRÉSENTÉ SUR LES FIG. 7 ET 8, PL. 22.

La fig. 7 représente, dessiné à l'échelle de 1/25, un appareil complet en section verticale faite par l'axe. Cette dimension est destinée aux machines de 50 à 100 chevaux.

La fig. 8 en est un plan ou section horizontale faite à la hauteur de la ligne 1-2.

On peut remarquer tout d'abord que cet appareil est d'une construction extrêmement simple; il se compose d'un cylindre en tôle A, de 3 millimètres d'épaisseur, 90 cent. de diamètre et de 2 mètres de hauteur. Cette capacité est fermée par un couvercle bombé C, également en tôle et réuni au cylindre par une cornière; son centre est percé et reçoit une tubulure en fonte *c* à double bride, qui sert à recevoir une cheminée d'appel en tôle, pour l'échappement de la vapeur à l'air libre. Le fond C′ de ce cylindre est prolongé en dehors et ferme en même temps un demi-cylindre B, relié au premier A et mis en communication avec lui par une série de petits trous *e*.

Ce demi-cylindre est ouvert en-dessus, il est traversé par la tringle méplate E garnie d'un chapeau servant de guide à la tige D du flotteur F. L'extrémité supérieure de cette tige est reliée à la manette du robinet R, muni du premier tuyau *t*, d'arrivée de l'eau et du second tuyau T′ percé d'une infinité de petits trous pour la faire tomber en pluie dans l'intérieur du cylindre A. Celui-ci est encore muni du tuyau T, qui amène la vapeur d'échappement du cylindre dans l'appareil, et d'un trou d'homme H, fermé par un bouchon autoclave, qui permet au besoin de pénétrer aisément dans la bâche pour en opérer le nettoyage.

Marche de l'appareil. — La vapeur arrivant dans la capacité A par le tuyau T, remplit tout l'espace libre, et, ne trouvant d'issue que par la tubulure *c*, s'échappe dans l'air en montant dans la cheminée d'appel qui surmonte cette tubulure. L'eau froide, arrivant par les tuyaux T et T′ et tombant en pluie sur cette vapeur, en condense une partie et s'échauffe par son contact. Il reste donc dans les capacités A et B de l'eau chaude produite, partie par la vapeur condensée et partie par l'eau de condensation et dont la température varie entre 90 et 100 degrés.

Le niveau de cette eau chauffée est maintenu constant dans les deux capacités au moyen du flotteur F, qui ouvre ou ferme plus ou moins la clé

du robinet d'introduction R, de façon à ce que la quantité d'eau qui arrive, jointe à la vapeur condensée, soit égale à l'eau aspirée par la pompe alimentaire.

Cette aspiration peut avoir lieu par la tubulure G qui débouche dans le corps cylindrique A, ou encore, par la tubulure G' en communication avec la capacité demi-cylindrique B.

Dans les premiers appareils de ce genre, construits dans les établissements Cavé, on plaçait le robinet d'admission et son flotteur dans l'intérieur du cylindre A, ce qui permettait de supprimer la capacité B. L'ensemble de l'appareil paraissait à la vérité plus simple extérieurement, mais comme il n'était pas possible de suivre les mouvements du flotteur, quand. pour une cause quelconque, il ne fonctionnait pas bien, on ne pouvait y porter remède immédiatement, c'est ce qui a fait adopter, malgré le plus d'espace qu'elle nécessite, la dernière disposition que nous venons de décrire.

Pourtant, pour des appareils de petites dimensions et quand on exige plus d'élégance ou une excessive propreté dans leur entretien, tout est placé à l'intérieur, et un tube en verre, placé extérieurement, indique le niveau d'eau et permet ainsi de vérifier si l'appareil marche régulièrement.



TUYÈRE A RÉSERVOIR D'AIR

Par **MM. BISÉNIUS** frères

(Brevetés en 1857)

Le vent fourni par le ventilateur ou la soufflerie arrive à l'aide d'un tuyau dans un tube en forme de cône creux, qui débouche dans un récipient d'air. Celui-ci est un tronc de cône, surmonté d'une calotte sphérique, percée à son sommet d'un orifice oblong débouchant dans le foyer.

L'orifice est fermé par un registre traversé, suivant son axe, par une tige de fer destinée à en régler la manœuvre, et qui passe également dans deux renflements placés *ad hoc* sur la calotte. afin que la tige évite le contact du feu.

Cette tige se termine par une poignée à l'aide de laquelle on la fait tourner. Dans ce mouvement le registre peut :

1° Boucher entièrement l'orifice en lui présentant une de ses faces;

2° Ou l'ouvrir complètement en lui présentant une arête;

3° Ou bien le dégager plus ou moins, en prenant des positions intermédiaires.

De cette façon, l'ouvrier est tout à fait maître de la conduite du feu.

Pour obvier à l'inconvénient de l'accumulation des fraisils, scories ou débris de charbon, qui pourraient s'introduire dans le récipient, l'auteur place en regard de l'orifice d'arrivée du vent, une sortie d'air formée d'un tube encastré dans la maçonnerie et garni à son extrémité d'un tampon.

Au moment du nettoyage, l'ouvrier ferme le registre, donne action au ventilateur, et débouche le tube de sortie; le courant est suffisant pour enlever les résidus.

BOULANGERIE

FOUR A AIR CHAUD ET A SOLE TOURNANTE
POUR CUIRE LE PAIN

PERFECTIONNÉ PAR

M. ROLLAND, boulanger

Et construit par M. A. MÉNARD, Architecte à Paris

(PLANCHE 23)

Dans le xe volume de ce Recueil, nous avons décrit les dispositions et la construction particulière du four perfectionné par M. Lespinasse. A ce sujet, nous avons fait ressortir les avantages de ce système et l'économie qu'il pouvait apporter dans la cuisson du pain; mais les inconvénients que présente ce four, c'est d'être chauffé exclusivement au bois, et d'obliger à faire brûler le combustible sur la sole; par conséquent, l'extraction de la braise, le nettoyage de l'âtre, l'enfournement et le défournement y sont aussi pénibles que dans les anciens fours ordinaires.

Le système à air chaud et à sole tournante de M. Rolland est principalement disposé pour remédier à ces inconvénients, et quoique quelques-unes de ses dispositions se retrouvent séparément dans d'autres systèmes, l'ensemble et la plupart des détails de ce four présentent des différences notables qui facilitent les opérations, en assurent le succès et font que cet appareil est employé déjà dans un très-grand nombre de boulangeries en France et à l'étranger. Il réalise, en effet, les avantages que nous allons énumérer sur les procédés usités dans les boulangeries anciennes, et que les nouveaux systèmes de fours proposés jusqu'ici ne font que réaliser en partie et plus ou moins imparfaitement. Ces avantages sont :

1° Emploi facultatif de toute espèce de combustibles; tels que bois résineux, racines, houille, lignite, tourbe, etc.;

2° Suppression de la dessiccation avant le chauffage;

3° Si on brûle du bois, récolte spontanée de la braise, supprimant la

fatigue de l'extraction et le rayonnement de la chaleur qui peuvent compromettre la santé des ouvriers;

4° Économie notable dans les frais de chauffage, évaluée dans deux expériences officielles à 64 p. 0/0.

5° Suppression des nettoyages pénibles de l'âtre à chaque opération;

6° Enfournement et défournement prompts et faciles avec des ustensiles plus courts et plus maniables et un système d'éclairage plus convenable;

7° Cuisson régulière, continue et très-facile à diriger;

8° Production de pains parfaitement cuits, très-propres, et exempts de toute trace de cendre, de charbon ou de fleurage, offrant, en un mot, une très-bonne qualité sous une belle apparence et une netteté parfaite;

9° Chauffage de l'eau nécessaire à la préparation de la pâte au moyen de la chaleur perdue;

10° Enfin, économie considérable dans les frais de main-d'œuvre. Économie surtout appréciable dans les grandes manutentions.

Ces résultats sont obtenus, comme nous l'avons dit, par la réunion de diverses dispositions et des détails de construction complétement nouveaux et parfaitement exécutés au point de vue de la solidité, de la manœuvre, du nettoyage et de l'entretien.

Nous allons décrire avec le plus grand soin chacun des organes de cet appareil, dont les bons résultats ont été plusieurs fois constatés, et nous nous aiderons, à cet effet, de la gravure qui représente, suivant diverses projections, le four de M. Rolland, construit sur les dessins de M. A. Ménard, ingénieur-architecte, qui s'occupe tout spécialement de l'installation et de l'exploitation de ces appareils.

DESCRIPTION DU FOUR-ROLLAND, REPRÉSENTÉ PAR LES FIG. DE LA PL. 23.

La fig. 1 est une section verticale faite par l'axe du four et par le milieu de la porte d'enfournement, suivant la ligne 1-2.

La fig. 2 est une section horizontale faite à la hauteur de la ligne 3-4, entre les deux parois de la chambre du plafond.

La fig. 3 représente le four extérieurement avec les deux conduits souterrains coupés un peu en avant de la façade. Les deux côtés latéraux, en dehors des angles $x\,x'$ (fig. 2), ont été supprimés comme n'offrant point d'intérêt et surtout pour faire occuper à la figure le moins de place possible.

La fig. 4 est une seconde section verticale faite par l'axe, mais passant par le milieu de la grille du foyer, suivant la ligne 5-6.

La fig. 5 est une coupe horizontale à la hauteur de la ligne 7-8, et faite par l'axe des tuyaux qui, partant du foyer et passant sous la sole, conduisent les produits de la combustion dans la chambre ménagée dans l'épaisseur du plafond.

La fig. 6 est un plan de la sole tournante, partie recouverte par le car-

relage, et partie découverte pour laisser voir la charpente en fer et le plateau en tôle qui supporte le carrelage.

Les fig. 7 et 8 indiquent en détail le mode de construction et de suspension du plafond.

Comme on le voit par ces figures, le four est de forme circulaire intérieurement et extérieurement, si ce n'est pourtant que la façade présente une surface plate raccordée de chaque côté avec la circonférence par deux pans coupés.

Dans l'épaisseur de ce mur circulaire, construit entièrement en briques ordinaires, sont ménagés quatre carneaux A, pour le passage des produits de la combustion, et par suite chauffer la paroi verticale intérieure du four.

Au centre de ce mur en briques, en descendant au-dessous du niveau du sol, est construite une chambre en maçonnerie B, qui communique aux galeries souterraines C et C', se divisant à droite et à gauche de la façade en se prolongeant un peu au dehors.

Ces deux galeries, devant le four, sont recouvertes au niveau du sol de l'usine par des plaques de fonte *c* que l'on peut soulever aisément, afin que l'ouvrier chargé du nettoyage et de l'entretien puisse y descendre et pénétrer jusqu'à la chambre B. Au centre de celle-ci est un massif en maçonnerie D, entourant un fourreau en métal surmonté d'un fort écrou *d*, dans lequel sont engagés les filets d'une vis *e*, dont la tête, munie d'une double manivelle d'étau, sert de crapaudine à l'arbre E de la sole tournante.

Disposition de la sole tournante. — Une portion de l'extrémité supérieure de l'arbre E est d'un diamètre plus petit que sa partie inférieure, de sorte que celle-ci présente une embase sur laquelle repose et vient s'arrêter l'espèce de moyeu en fonte F qui supporte la sole tournante du four par l'intermédiaire des bras en fer méplat *f* et *g*. Ces bras sont au nombre de vingt-quatre, les douze premiers *f* partent de la base du moyeu, et vont se réunir vers le milieu des douze autres; ceux-ci en partent également, mais alors du sommet auquel ils sont fixés, et vont en rayonnant rejoindre le cercle en tôle G, qui forme la périphérie de la sole.

Pour plus de solidité, entre chaque bras sont encore disposés d'autres petits bras *h* (fig. 6), fixés d'une part au cercle G et d'autre part à de petites traverses *h'*, qui maintiennent respectivement entre eux l'écartement des grands bras. L'ensemble de cette charpente est recouverte par des plaques en tôle mince H, et celles-ci par un carrelage en terre cuite H'.

L'arbre vertical E est soutenu au-dessous du moyeu par un collet en fonte *i*, scellé au centre et dans l'épaisseur de la voûte de la chambre B. Au-dessous de ce collet est montée une roue d'angle I, qui engrène avec un pignon *j*, dont l'axe J est muni à son extrémité d'une roue droite *k*, dans les dents de laquelle sont engagés les maillons d'une chaîne à la Vaucanson *k'*, engrenant avec un pignon supérieur *l*, qui a son axe sou-

tenu par des supports *l'*, fixés sur une traverse scellée dans la maçonnerie et logés dans une cavité pratiquée sur la face du four.

Cette cavité est entourée d'un cadre en fer, et, pour empêcher la poussière d'y pénétrer, elle est bouchée par une plaque en tôle mince K (fig. 1), que l'on a supposé enlevée sur la fig. 3; le bout de l'axe du pignon sort donc seul à l'extérieur de la plaque, afin de pouvoir y monter la manivelle *m* à l'aide de laquelle on fait tourner la sole.

Les supports *l'* de l'axe du pignon sont disposés de telle sorte que l'on peut, au moyen de deux petites vis indiquées fig. 3, régler la hauteur de l'axe et par suite la tension de la chaîne.

En agissant sur la manette de la vis crapaudine *e*, on fait monter ou descendre l'arbre E et par suite on règle à volonté la hauteur de la sole; par conséquent, on peut proportionner la hauteur du four au volume ou à la hauteur des pains; mais comme il ne faut pas que la roue d'angle I se déplace avec l'arbre E auquel elle communique le mouvement, parce qu'alors elle ne pourrait plus engrener avec son pignon *j* qui la commande, cet arbre E est muni d'une longue clavette, et une traverse en fer scellée dans la maçonnerie et reliée par des boulons à une douille en fonte armée de bras *m'* (fig. 1), retient la roue emprisonnée de façon à l'empêcher de se déplacer lorsque l'on fait monter ou descendre ledit arbre E.

Les deux supports qui soutiennent l'arbre J sont soutenus par des traverses méplates en fer *s* et *s'* (fig. 1 et 4), dont les extrémités sont engagées dans la maçonnerie de la galerie C, et du canal L ménagé pour le passage de l'arbre.

Disposition du foyer et des conduits de fumée. — Le four est chauffé par le foyer M, pratiqué dans le massif de la maçonnerie, sur le côté gauche de la façade; au-dessous de la grille *n* de ce foyer est placée une sorte de trémie N, qui conduit la braise dans un étouffoir N' quand on brûle du bois; dans ce cas, les barreaux sont placés dans le sens transversal et beaucoup plus écartés que ceux représentés sur la fig. 5, qui sont disposés pour brûler de la houille. L'étouffoir N' est muni d'un couvercle à bascule *n'* maintenu fermé par un contre-poids; chaque fragment de braise formé passe à l'instant entre les barreaux de la grille, et en tombant rompt l'équilibre, et pénètre dans le vase en ouvrant le couvercle qui se ferme ensuite de lui-même.

Le foyer est fermé par une porte en fonte O, disposée à charnière de la manière ordinaire; quatre conduits *o* (fig. 5), formés de briques moulées en terre réfractaire, prennent naissance au-dessus de la grille; ils sont en communication avec les canaux verticaux A, ménagés dans l'épaisseur du mur circulaire par les tuyaux en fonte P. Chacun de ces tuyaux est formé de plusieurs longueurs assemblées au moyen d'emboîtements mâles et femelles. Cette disposition a été adoptée, afin que, quelles que soient les dimensions du four, les mêmes modèles puissent toujours servir; en effet,

il suffit d'ajouter ou de supprimer un des raccords pour augmenter ou diminuer à volonté la longueur des conduits, et les mettre ainsi en rapport avec le diamètre du four. Des briques *p*, placées sur champ de chaque côté des tuyaux, les garantissent de la couche de terre T, foulée dans l'intérieur sur le sol et recouvrant les galeries souterraines C et C′, ainsi que les carneaux *a* (fig. 1), ménagés pour effectuer le nettoyage des conduits verticaux A.

On dispose ces carneaux de deux manières, soit tout simplement en les faisant déboucher directement à la circonférence, et en fermant l'ouverture par un tampon *b* muni d'une poignée qui permet de le retirer aisément; soit, dans le cas ou le four est adossé contre un mur, en disposant les carnaux inclinés *a*, débouchant dans la chambre centrale B, et permettant à l'aide d'un ringard et après avoir retiré le bouchon *b′*, de faire descendre la suie que l'on a fait tomber préalablement des conduits A, en les ramonant par l'ouverture supérieure fermée par les briques *a′* (fig. 1).

Les produits de la combustion partant du foyer passent donc, comme nous l'avons vu, des quatre tuyaux divergents P dans les quatre canaux verticaux A, et de ceux-ci dans l'espace libre R, ménagé dans l'épaisseur du plafond. Une cheminée en tôle Q, placée sur le devant du four et munie d'un registre *q*, permet de régler le tirage (fig. 4).

La chambre R du plafond est composée d'une double épaisseur en forte tôle *r* et *r′*, et d'une armature en fer qui assure la parfaite rigidité en maintenant la surface circulaire du plafond parfaitement plane, malgré les effets de la dilatation que doit occasionner la haute température produite par le passage de la flamme et de la fumée. A cet effet, une forte barre de fer à double T *s* (fig. 1, 4, 7 et 8), passant par le centre du four, a ses deux extrémités scellées dans l'épaisseur du mur circulaire; quatre boulons *s′*, terminés en forme de crochets méplats, sont accrochés sur cette barre, et l'extrémité filetée de chacun d'eux traverse l'épaisseur inférieure en tôle *r* du plafond et deux bandes superposées de fer méplat S auxquelles ils sont reliés par des écrous.

Ces doubles bandes, également au nombre de quatre, comme l'indique le plan fig. 2, ont leurs extrémités scellées dans le mur circulaire, et elles sont reliées deux à deux par de doubles traverses *t*, rivées à des distances à peu près égales les unes des autres.

La première paroi du plafond se trouve ainsi, comme on vient de le voir, parfaitement consolidée et suspendue au milieu sur toute une longueur, à la barre en fer double T. Celle-ci soutient également la seconde paroi *r′*, par l'intermédiaire de petits fers à T simples *t′*, qui, relevés d'équerre à l'une de leurs extrémités, sont boulonnés par des sortes d'oreilles contre la face de la forte barre *s*, tandis que les extrémités opposées sont scellées dans le mur. Les plaques de fonte qui forment la seconde paroi proprement dite reposent sur les nervures des petits fers *t′*.

De la terre battue, du sable, de la cendre ou autres matières non con-

ductrices de la chaleur, occupent l'espace U qui est recouvert par un plancher de briques *u*. Une cavité circulaire est ménagée dans ce plancher pour recevoir un vase en fonte U' (fig. 4), qui sert à contenir l'eau nécessaire à la préparation de la pâte ; un tuyau partant du fond de ce vase est logé dans l'épaisseur du mur et rejoint un robinet *u'*, placé à une hauteur convenable pour le service, sur le pan coupé de droite de la façade du four (voyez fig. 3). Au moyen de cette disposition très-simple, on se procure à volonté de l'eau chaude sans dépense de calorique, puisqu'elle est chauffée naturellement par le passage de la flamme et de la fumée au-dessous de son fond, dans la chambre R.

Pour opérer le nettoyage de celle-ci, une ouverture rectangulaire, fermée par un bouchon en fonte V, est ménagée à l'extérieur du four, au-dessous de la cheminée d'appel.

Une autre petite cheminée X est montée au-dessus de la porte d'enfournement pour l'échappement de la vapeur, quand on ouvre la porte pendant la cuisson.

L'ouverture Y, pratiquée sur la façade du four pour l'enfournement, est entourée d'un cadre en fonte *y* encastré dans l'épaisseur du mur, et présente elle-même une ouverture rectangulaire à la hauteur de la chambre R. Cette ouverture est fermée par un tampon en fonte *y'*, muni de deux boutons qui servent à le retirer pour voir l'intérieur de la chambre R, et, conjointement avec le tampon V, à effectuer le nettoyage.

Au-dessous du tampon *y'* est montée à charnière une espèce de petit volet en tôle *z*, qui diminue sensiblement la hauteur de l'ouverture Y. On peut baisser ce volet pendant l'enfournement, quand on fait cuire des pains ordinaires de faible épaisseur; de cette façon, on évite autant que possible le refroidissement intérieur; ce n'est seulement que quand cette ouverture n'est pas assez grande que l'on soulève ce volet dans la position indiquée fig. 9. Dans ce cas, pour le maintenir soulevé, une sorte de doigt en fer *d'* est monté à charnière sur le côté du cadre *y*, et une petite oreille *e'* que l'on engage dans le crochet qui termine le doigt, est ajoutée au volet. Quand l'enfournement est terminé, on ferme complétement l'entrée du four par une plaque ou porte en fonte *f'* (fig. 1), munie d'une poignée. Cette porte s'abat sur la tablette en fonte *g'* qui recouvre l'épaisseur du mur sur l'évidement pratiqué pour la bouche du four; il suffit donc de tirer à soi cette porte et de la laisser reposer sur la tablette *g'* pour dégager complétement l'entrée.

Un thermomètre *z* (fig. 3) est appliqué sur le côté gauche du cadre *y*; son tube contenant le mercure est coudé à angle droit et pénètre dans l'intérieur du four au-dessous du plafond *r*; il est protégé par une enveloppe en fonte, de crainte que l'ouvrier ne vienne à le toucher avec la pelle servant à l'enfournement.

INSTRUCTIONS POUR LE SÉCHAGE DU FOUR, LE CHAUFFAGE, L'ENFOURNEMENT, LA CUISSON ET LE DÉFOURNEMENT.

SÉCHAGE DU FOUR. — Lorsque la construction du four est achevée, on doit le faire le sécher lentement et graduellement, par un feu très-doux, au bois. Le charbon de terre produirait une chaleur beaucoup trop vive dans les premiers temps.

Le séchage du four est une opération aussi importante que délicate ; on ne saurait donc trop vivement recommander les plus grands soins à cet égard.

Pour qu'il se fasse parfaitement, il faut, pendant les premiers jours, laisser la bouche du four ouverte, afin que l'humidité de la construction s'échappe avec facilité.

Les jours suivants, on doit laisser la bouche tantôt ouverte, tantôt fermée, d'après l'humidité que l'on remarque dans l'intérieur du four.

Pour cette première opération, six à huit jours suffisent ordinairement, avec quelques intervalles de repos, pour laisser *ressuyer* la maçonnerie, et pour ne pas déterminer une trop prompte dilatation des fers scellés dans la construction. Si le séchage était trop précipité, et si les matériaux étaient trop promptement soumis à une température élevée, il en résulterait des crevasses qui nuiraient à la solidité de la maçonnerie.

Pour s'assurer si l'intérieur du four est bien sec, il suffit d'y introduire la main, et de voir si, en la retirant, sa surface ne reste pas humide.

Après cette opération préliminaire, le four est en état de fonctionner.

La cuisson du pain peut se décomposer en quatre parties distinctes :

1° Le chauffage ;
2° L'enfournement ;
3° La cuisson ;
4° Le défournement.

Nous allons donner des instructions générales sur chacune de ces opérations. Mais, comme MM. Rolland et A. Menard nous l'ont fait remarquer en nous donnant ces renseignements, il n'est pas possible de tracer des règles absolues, les meilleurs guides, pour l'usage d'un four, quel qu'il soit, seront toujours l'habitude et l'observation.

CHAUFFAGE. — Souvent on se figure à tort que, pour produire beaucoup de chaleur, il faut mettre dans le foyer beaucoup de combustible. On entasse donc une masse de charbon sur la grille et on laisse brûler, au risque de fondre les barreaux et de faire crevasser la voûte et les côtés du foyer. On ne réfléchit pas que, pendant que le combustible se réduit en braise, il ne dégage aucun calorique, mais, au contraire, en absorbe considérablement; et que, quand cette réduction est effectuée, on s'expose à avoir plus de chaleur qu'il n'en faut. Pour obtenir un chauffage bon et

facile à diriger, il faut donc charger le foyer *peu et souvent*, et l'entretenir toujours convenablement.

Lorsque le foyer est allumé, on doit en tenir la porte O (fig. 3) exactement close, et obliger ainsi le courant d'air, destiné à alimenter la combustion, à traverser le foyer en passant par la grille *n*.

L'air s'échauffe dans ce trajet et sert utilement au chauffage du four. Si, au contraire, la porte restait entre-baillée, l'air froid extérieur passerait avec rapidité au-dessus du foyer sans s'y échauffer, et, s'introduisant dans les tuyaux P, y neutraliserait un peu les effets de la chaleur.

Pour que la flamme pénètre plus facilement dans ces tuyaux, il faut avoir soin de ne pas les laisser s'obstruer et d'ouvrir le registre *q* entièrement ou à moitié, suivant l'état du foyer. Le jeu de ce registre et la manière dont on alimente le feu ont une grande influence sur la dépense du combustible, qui diminue ou augmente, en raison du plus ou moins de soins et d'intelligence qu'on apporte dans cette opération. Toutes les fois qu'on charge le foyer, on doit refouler les charbons ardents au fond et déposer le nouveau combustible à l'entrée, de façon que la fumée qui s'en dégage immédiatement s'échauffe en passant sur le brasier.

Pour que la répartition de la chaleur se fasse régulièrement, il faut que le tirage soit parfait et assez énergique pour porter une chaleur suffisante dans la *chapelle ou chambre* R *du dessus du four*. Sans cela, la chaleur s'accumulerait dans l'espace libre R^2 au-dessous de la sole, qui serait ainsi *surchauffée* et donnerait des produits brûlés en dessous et peu cuits à leur surface.

Il n'y a qu'un moyen d'assurer au four un tirage parfait, c'est que la cheminée Q soit aussi élevée que possible et n'ait pas plus de 30 centimètres environ de diamètre. Il arrive souvent que l'on fait déboucher le tuyau du four dans une cheminée déjà existante et dont le coffre est trop grand. Cela présente quelquefois l'inconvénient de nuire au tirage. Dès que l'on s'en aperçoit il faut y remédier, soit en rétrécissant le coffre de la cheminée, soit en l'élevant si elle n'est pas assez haute, soit même en en construisant une spéciale pour le four.

Le chauffage se fait au bois, à la houille, à la tourbe ou avec tout autre combustible. On introduit ce combustible avec précaution, pour ne pas dégrader l'intérieur du foyer par des chocs trop souvent répétés.

Il y a une double grille au service du foyer : l'une composée de douze barreaux mobiles, que l'on place dans le sens de la longueur, sert à l'usage de la houille ; l'autre, composée d'une trémie et de quatre barreaux aussi mobiles, que l'on met dans le sens de la largeur, sert à l'usage du bois.

Dans la substitution de la grille au bois à la grille pour la houille, il faut laisser deux des barreaux de celle-ci, un de chaque côté, pour servir d'appui à la trémie du foyer à bois.

Quand le chauffage est sur le point de se terminer, ce qu'indique suffisamment l'état du thermomètre Z, on doit cesser d'alimenter le foyer,

afin de ne pas avoir un excès de chaleur et de ne pas être obligé de laisser le registre ouvert pendant la cuisson.

Lorsque le séchage est terminé et que le four est régulièrement mis en activité, le chauffage s'effectue sans que l'on ouvre la bouche du four, afin qu'il n'y ait aucune déperdition de chaleur. On peut même, de temps en temps, fermer le registre pendant le chauffage et lorsque le combustible, réduit en braise, ne produit plus de fumée.

Le thermomètre indique la température intérieure. Cependant, comme ces instruments peuvent non-seulement varier de quelques degrés entre eux, mais aussi, suivant la place qu'ils occupent dans le four et les courants d'air qui viennent modifier la température intérieure, lorsque le four est ouvert, il faudra bien étudier celui appliqué au four, et prendre pour base la moyenne des fournées les mieux réussies.

Dans le cas où un accident priverait momentanément du thermomètre, voici les indications à l'aide desquelles on pourrait, jusqu'à un certain point, y suppléer :

On n'aurait qu'à jeter sur le carreau de la sole quelques pincées de farine; si cette farine reste blanche après quelques secondes de séjour, il n'y a pas assez de chaleur; il y en a trop, au contraire, si elle prend une couleur foncée. Le four sera bon, si la farine prend une couleur jaunâtre ou légèrement roussie.

On peut encore jeter sur le bouchoir quelques gouttes d'eau. Si elles y restent et ne se réduisent pas en vapeur, le four est trop doux; il sera trop chaud, si la vapeur se forme trop précipitamment. Le terme moyen indique le degré convenable pour l'enfournement.

Enfournement. — L'enfournement a lieu ordinairement à 240 degrés environ. Néanmoins, cette température varie suivant la nature et la grosseur des produits que l'on veut cuire, et, conséquemment, suivant les localités.

Avant de cuire pour la première fois, il faut avoir soin de baisser ou de lever la sole H′, de manière qu'il y ait entre elle et la voûte *r* la distance qui convient à la dimension et à la qualité des produits à cuire. Comme ces produits sont à peu près toujours les mêmes, dès que la sole est une fois à la hauteur voulue, elle doit y rester constamment, à moins que l'on ne cuise, dans le même four, des produits de nature tout à fait différente.

On ne devra pas oublier d'arrêter la vis-crapaudine *e* (fig. 1 et 4), au moyen d'une petite chaîne ou d'un crochet, car sans cela la pression de la sole, lorsqu'elle est chargée, en déterminerait l'abaissement spontané.

Une petite lampe, placée sur la plaque d'arrière-bouche et à droite de celui qui enfourne, suffit pour éclairer parfaitement la sole. Un bec de gaz monté sur un bras mobile à genouillère est aussi extrêmement commode, comme nous l'avons vu appliqué à la grande boulangerie mécanique établie à Paris, boulevard de Sébastopol.

L'enfournement ne dure pas plus de huit à dix minutes. Si le thermomètre marque 240° en commençant, lorsque l'opération est achevée, la température s'est abaissée de 20 à 30°, à cause, d'une part, de la perte inévitable d'air chaud pendant l'enfournement, durant lequel la bouche est restée ouverte, et, d'autre part, à cause de la fraîcheur de la pâte, qui absorbe immédiatement une grande quantité de chaleur. Le thermomètre baisse encore après que la bouche est fermée et pendant la cuisson. Mais, lorsque la buée qui s'évapore de la pâte est entièrement absorbée, le thermomètre remonte de quelques degrés.

C'est ici le lieu de faire remarquer aussi que, lorsque la cuisson n'est pas *continue*, le thermomètre se relève insensiblement après le retrait des produits de la dernière cuisson et dans l'intervalle d'*un travail à l'autre*, cela, bien entendu, le foyer étant complétement éteint. Ce phénomène s'explique dans ce sens que, lorsque le thermomètre marque 240°, par exemple, la température de la partie du four destinée à la cuisson est effectivement à ce degré; mais les parties du four qui avoisinent le foyer sont à une température bien plus élevée; elles sont presque à *l'état d'incandescence;* de telle sorte qu'après le retrait des produits qui, pour leur cuisson, ont absorbé une certaine quantité de chaleur et fait baisser la température, l'équilibre tend immédiatement à se rétablir dans toutes les parties du four, et notamment entre la capacité du four proprement dite, où s'est opérée la cuisson, et les parties les plus voisines du foyer.

Lorsqu'on enfourne, on doit toujours mettre les pains en ligne droite, devant soi, à partir du milieu de la sole, et en les alignant vers la circonférence.

Quand, dans une même fournée, on cuit des produits de différentes grosseurs, on termine l'enfournement par les plus petits, qui servent à garnir les intervalles restés libres.

Tous les praticiens en voyant pour la première fois fonctionner un four Rolland, sont surtout émerveillés de la rapidité et de la facilité avec laquelle s'y fait l'enfournement, opération qui est si longue et si pénible dans les fours ordinaires.

Cuisson. — Lorsque le combustible est à l'état de parfaite ignition et qu'il ne s'échappe plus de fumée, on ferme le registre *q* pour concentrer la chaleur pendant les premiers instants de la cuisson, afin de saisir la pâte à son entrée dans le four et de former une croûte convenable. Mais si, le registre fermé, il se dégageait encore de la fumée dans le foyer, cette fumée, ne trouvant plus son issue par la cheminée, ne tarderait pas à pénétrer dans le four.

La fermeture du registre a aussi pour effet d'empêcher l'échappement de la *buée,* qui donne un si bel aspect aux produits, et qui, trouvant un courant d'air, se tamiserait à travers la voûte métallique du four et serait entraînée par l'aspiration de la cheminée. On ne doit donc ouvrir le re-

gistre, durant la cuisson, que lorsqu'il y a excès de chaleur, que les pains cuisent trop vite en dessous, ou bien, lorsque la buée se produit en trop grande abondance, quand on cuit du gros pain bis, par exemple, ou des pains de munition.

Quand la buée est absorbée, le pain doit avoir pris la coul ur qui lui convient; on peut donc alors relever la température pour la cuisson suivante, en remettant du combustible dans le foyer.

Si, dès que le pain est au four, on s'apercevait qu'il n'y a pas assez de chaleur, il faudrait entr'ouvrir la clef et activer le foyer. Mais, si on en remettait à contre-temps et lorsqu'on vient d'enfourner, on s'exposerait à dessécher le pain, sans le cuire suffisamment. On ne doit pas ouvrir trop souvent la bouche du four pendant la cuisson.

Pendant la cuisson, on doit de temps en temps tourner la sole, afin que les mêmes pains ne restent pas toujours au-dessus du foyer.

La cuisson du pain à Paris dure de trente à trente-cinq minutes. Mais ces chiffres varient suivant les localités et d'après la nature du pain, sa forme et surtout le degré de densité de la pâte.

On ne peut donc donner aucune règle absolue à cet égard.

Défournement. — Cette opération, longue et pénible dans les anciens fours, est d'une simplicité extrême dans les fours Rolland. Grâce à la mobilité de la sole, on retire aisément les produits dans l'ordre de leur introduction au four, de sorte qu'il n'est pas possible que la cuisson soit irrégulière, tandis que dans les fours ordinaires, on est obligé de défourner en premier les pains mis en dernier, ce qui occasionne naturellement une grande irrégularité dans la cuisson.

L'enfournement et le défournement doivent être faits aussi rapidement que possible, afin d'éviter toute perte de temps et de chaleur. C'est surtout pendant le défournement qu'il faut chauffer le four pour la fournée suivante, si l'on veut cuire d'une manière continue et vraiment économique.

Si la cuisson n'est pas continue et s'il y a la moindre interruption dans le travail, on doit, après la dernière fournée, tenir la clef exactement fermée, pour que la chaleur ne puisse pas s'échapper.

Si le four sert ordinairement à la cuisson du pain, et si, après le travail de boulangerie, on veut faire de la pâtisserie, il ne sera pas nécessaire de réchauffer le four, parce que la chaleur reste suffisante pour cuire, pendant huit ou dix heures, toutes espèces de gâteaux.

RÉSULTATS ÉCONOMIQUES DE L'EMPLOI DES APPAREILS ROLLAND.

Voici les résultats constatés dans un rapport fait le 9 mai 1857 au conseil municipal de la ville de Valenciennes, par M. Rocard, chef de bureau de la mairie, spécialement chargé du service des subsistances.

L'économie porte sur deux points :

La main-d'œuvre, le combustible.

MAIN-D'OEUVRE. — Dans les boulangeries de Paris et de Saint-Denis, qui font, en moyenne, six à huit fournées par jour, l'action d'un seul pétrin et d'un seul four Rolland procure l'économie d'un ouvrier, soit par jour 4 fr. 50 c.

D'où il faut conclure que, si au lieu de huit fournées, on en faisait seize, au moyen de deux brigades d'ouvriers, le travail serait alors à peu près continu et l'économie de main-d'œuvre serait de 9 fr. par jour.

Dans les grandes usines, où une force mécanique remplace le bras de l'homme pour mouvoir le pétrin, l'économie doit être plus considérable encore. Mais en admettant ce chiffre, l'économie journalière pour la manutention de Lyon, par exemple, qui a huit fours à marche continue, serait de 72 fr.,

soit par année 26,280 fr.

COMBUSTIBLE. — La dépense moyenne de combustible, constatée encore par des déclarations unanimes, est, pour les petites manutentions, de 11 à 14 kilog. de houille par fournée de 180 kilog. de pain, et de 8 à 11 kilog. pour les grandes manutentions où la cuisson est continue.

A Paris, où le charbon de terre vaut jusqu'à 52 fr. les 1,000 kilog., le nouveau mode de chauffage ne présente pas toute l'économie qu'il donnerait ailleurs, d'autant plus que l'emploi du bois laisse aux boulangers un résidu de braise, dont il est tiré un fort bon parti dans la capitale. Cependant l'avantage est encore très-appréciable.

Dans les usines de Lyon et du Havre, où le charbon de terre vaut environ 30 à 35 fr. les 1,000 kilog., la dépense moyenne de chaque fournée est de 35 à 38 centimes. Cela constitue une économie comparative de plus de 50 p. 0/0.

A Saint-Quentin, MM. Capart et Monory, évaluent l'économie minimum sur le chauffage, de 30 à 40 p. 0/0.

Pour la manutention de Lyon, voici quelle est l'économie :

Huit fours faisant chacun, en moyenne, 15 fournées par 24 heures, à 38 c. de dépense de combustible par fournée, soit par jour

$$15 \times 0 \text{ fr. } 38 \text{ cent. } \times 8 = 45 \text{ fr. } 60 \text{ c.},$$
$$\text{et par an } 45.60 \times 365 = 16{,}644 \text{ fr.}$$

Le chauffage au bois occasionnerait une dépense au moins double. Le four Rolland procure donc à la manutention lyonnaise une économie annuelle sur le combustible, de plus de 16,500 fr.

Il demeure donc bien établi que les appareils Rolland, indépendamment des autres avantages déjà signalés, produisent une économie de main-d'œuvre et de combustible, qui est moindre lorsqu'il n'y a pas continuité de travail; qui est considérable, lorsque le travail est continu.

A cette économie, il faut ajouter :

1° Celle résultant de la fabrication en grand du pain dont les frais, suivant les registres de la manutention de Lyon (moyenne de six mois), s'établissent de la manière suivante, pour 100 kilogrammes de pain :

Frais généraux, tels que personnel d'administration et de fabrication, éclairage, chauffage, intérêts de capitaux, etc...........	1 fr.	32 c.
Frais de vente : location et éclairage des débits, traitements des employés, chevaux et voitures, etc.	1	67
Total des frais par 100 kilog. de pain......	2 fr.	99 c.

2° Celle résultant de la réunion de la mouture et de la panification.

Outre la suppression des frais d'intermédiaires et de bénéfice de mouture, il y a encore ici un autre avantage qui est vivement apprécié partout, c'est que la farine destinée à être panifiée dans le même établissement n'est pas faite comme elle l'est ordinairement pour les exigences du commerce.

Elle est plus *ronde*, c'est-à-dire plus grosse, elle a moins d'*œil* en terme de meunerie, mais aussi, comme elle n'est point fatiguée par l'action de la meule sous laquelle elle n'a pas passé et repassé maintes fois en s'altérant de plus en plus, elle conserve toutes ses qualités et donne au pétrissage un meilleur rendement.

En résumé, l'ensemble de ces avantages permet aux grandes manutentions de vendre le pain sensiblement à meilleur marché.

Ainsi on estime au Havre :

Le pain blanc à 03 c. au-dessous du cours par kilog.

A Saint-Quentin :

Le pain de deuxième qualité seul est vendu 05 c., par pain de 4 kilog., au-dessous de la taxe.

A Lyon :

Le pain blanc non taxé, le kilog.,		à 02 c.	au-dessous du cours.
Le pain de ménage	—	à 04 c.	au-dessous de la taxe.
Le pain bis	—	à 06	—

Malgré ce rabais, M. Delort, directeur de l'établissement, affirme que la manutention de Lyon a produit plus de 13 p. 0/0 de bénéfices pendant le premier semestre de 1856.

DISTRIBUTION DES EAUX

FABRICATION DES TUYAUX DE CONDUITE EN FONTE

PROCÉDÉS DIVERS DE MOULAGE, COULAGE, POSE ET ASSEMBLAGES

(PLANCHE 24)

Il se fabrique maintenant des conduites de fonte sous de grandes dimensions et avec une perfection extrême de coulage. En France, comme l'a fait remarquer M. Trélat, dans son rapport aux membres du jury de l'Exposition de 1855, on a pu voir des pièces de cette nature remarquables par l'homogénéité de la matière, et fabriquées avec des mélanges de fonte étudiés de manière à obtenir une grande résistance sous de faibles épaisseurs.

L'exemple le plus remarquable de ce résultat obtenu a été produit par l'usine de MM. Boigues, Rambourg et Ce, à Fourchambault (Nièvre), qui exposait des tuyaux atteignant jusqu'à 1 mètre de diamètre, et n'ayant que 0^{m}014 à 0^{m}016 d'épaisseur. Ces tuyaux faisaient partie de la distribution d'eau de Madrid, comprenant un développement de 16,000 mètres de conduite.

Le jury a suivi avec intérêt les circonstances qui ont amené une usine de France à fournir une aussi grande quantité de fonte sur un sol étranger, en concurrence directe avec les usines de la Grande-Bretagne. Il a pu mesurer, dans ces circonstances, les caractères particuliers qui tendent à distinguer deux puissances de fabrication très-distinctes chez les deux peuples.

Il s'agissait d'adjuger la fourniture des fontes pour la distribution d'eau de la capitale de l'Espagne. Les usines anglaises allaient obtenir cette fourniture suivant le cahier des charges, en vertu duquel la matière était payée au poids. L'usine de Fourchambault sollicita de l'administration

espagnole une modification de clauses tendant à baser la soumission sur le prix du mètre linéaire des tuyaux.

Dans ces nouvelles conditions l'usine française et l'usine anglaise devaient apporter, au bénéfice de l'administration, non-seulement la fonte la plus économique, mais le meilleur et le plus judicieux emploi de la matière. Fourchambault l'emporta en faisant un rabais considérable sur ses concurrents et en produisant des échantillons de tuyaux résistant à 16 atmosphères, avec des épaisseurs notablement moins considérables que celles qu'avaient cru devoir adopter les industriels anglais. Ici, l'habileté du fabricant l'emporta sur l'économie de matière première. Avec une fonte plus coûteuse, mais avec plus de soins dans la fabrication, le fondeur français a fait un produit plus économique que le fondeur anglais, favorisé par un métal de moulage très-peu dispendieux, mais peu soucieux, en considération de ce fait même, d'arriver aux méthodes qui en réduisent la quantité nécessaire à l'application.

Ce succès de l'usine de Fourchambault et les produits qui le constatent ont été les motifs d'une médaille de 1re classe accordée à cet établissement.

Nous nous proposons dans cet article de donner le plus succinctement possible les renseignements complets sur la fabrication des tuyaux de conduite en fonte, les différents modes d'assemblages adoptés ou proposés jusqu'ici, et enfin les calculs et les tables nécessaires pour l'établissement d'une distribution d'eau.

Nous allons commencer par décrire les procédés de moulage et de coulage généralement employés, et nous indiquerons ensuite quelques dispositions particulières qui paraissent présenter quelques avantages comme économie de main-d'œuvre et de rapidité d'exécution.

Les tuyaux se coulent de trois manières : horizontalement, en plan incliné ou verticalement.

De nombreuses expériences ont prouvé que la fonte coulée verticalement avait plus de cohésion que la fonte coulée horizontalement; aussi MM. les ingénieurs des ponts et chaussées exigent depuis longtemps déjà les tuyaux coulés verticalement.

Tout d'abord, les maîtres de forges ne voulaient pas abandonner le coulage horizontal, parce qu'il leur paraissait exiger moins de précaution; mais il présente, ainsi que le fait observer M. Genieys dans son *Essai sur les moyens de conduire, d'élever et de distribuer les eaux*, les deux inconvénients graves qui suivent :

1° La matière fluide dérange le noyau, le soulève, d'où il arrive que le tuyau a moins d'épaisseur en dessus qu'en dessous ;

2° Les bulles d'air et les scories s'élèvent à la partie supérieure et forment des crevasses ou soufflures qui affaiblissent le tuyau.

Le remède à ce double inconvénient consiste à placer le noyau verticalement dans le moule, et c'est le procédé que MM. Mary et Lefort, ingé-

nieurs des ponts et chaussées, ont vulgarisé en l'introduisant dans la fabrication courante des tuyaux.

Ce procédé permet de réduire notablement leur épaisseur.

1° A raison de l'uniformité que le mode indiqué ci-dessus permet d'obtenir;

2° De l'absence des soufflures;

3° Enfin, de l'accroissement de résistance à la traction, que prend la fonte ainsi coulée.

Aussi le mode de coulage horizontal, pour les tuyaux de conduite, a-t-il été généralement abandonné; on ne l'emploie plus que pour les tuyaux de descente qui ne doivent être soumis à aucune pression intérieure.

Les procédés de moulage sont les mêmes que pour les tuyaux coulés sur un plan incliné (1). Disons un mot de ces procédés et nous nous étendrons ensuite sur le système des tuyaux coulés debout ou verticalement.

Tuyaux coulés horizontalement. — On commence par exécuter en fonte, un modèle exact du tuyau que l'on veut couler. Ce modèle est parfaitement tourné et poli. Ses dimensions sont plus fortes de toute la quantité que perd la bratière par le retrait en se refroidissant,

soit à peu près 1 cent. par mètre pour la fonte grise,
et de 1 à 2 cent. pour la fonte blanche.

Les extrémités du modèle sont prolongées à la grosseur du creux intérieur, pour réserver dans le moule la place du noyau.

Pour opérer le moulage de la partie inférieure, on place le modèle sur un châssis en bois, dont les deux traverses supérieures adhèrent au modèle dans toute sa longueur et à la hauteur de son axe : par dessus ce modèle on pose le châssis en fonte dans lequel on tasse du sable pour former le moule. On relie ensuite, au moyen de serre-joints, le châssis de fonte au châssis de bois, et on retourne le moule pour établir le châssis inférieur sur une planche unie, à la place qu'il doit occuper pendant la coulée.

On enlève alors le châssis en bois qui avait servi à la première opération, on dresse à la truelle la surface du sable qui était en contact avec le bois, et on la saupoudre de sable sec pour empêcher l'adhérence avec le sable que l'on doit fouler dans le châssis supérieur.

On place celui-ci sur le châssis inférieur, et on les réunit au moyen de boulons à clavette qui s'engagent dans des oreilles venues de fonte de chaque côté des deux châssis.

Quand le sable est convenablement foulé, on enlève le châssis supérieur, on retire le modèle du moule, on répare avec soin ce qu'il peut y avoir d'imparfait dans l'empreinte des deux châssis, puis on la saupoudre de charbon de bois pilé fin que l'on étend sur le sable avec la truelle pour prévenir l'adhérence du sable à la fonte.

C'est alors qu'on place dans le moule le noyau qui représente le creux du tuyau à couler.

Pour fabriquer le noyau, on se sert de deux coquilles en fonte, réunies par des

(1) Nous extrayons une partie des renseignements qui vont suivre, sur la fonte des tuyaux, de l'ouvrage de M. Henry Darcy, qui a pour titre : *Les Fontaines publiques de la ville de Dijon.*

boulons à clavette, et qui forment ce qu'on appelle la *boîte à noyau.* L'axe solide de ce noyau est une barre de fer qui se place au centre de la boîte à noyau, et autour de laquelle on foule de la terre glaise détrempée et mélangée de foin menu. Cet axe porte deux rainures longitudinales, dans chacune desquelles on fixe une tringle en fil de fer avant de l'engager dans la boîte à noyau. Quand le noyau est terminé, on retire les deux tringles de fil de fer, et les deux vides qui en résultent servent au dégagement de la vapeur qui s'exhale du noyau au moment de la coulée.

Lorsque celui-ci est posé dans le moule à la place convenable, et avant de mettre en place le châssis supérieur, on y pratique un trou vertical à une extrémité du tuyau; ce trou sert à faire pénétrer dans le moule la fonte liquide, et se nomme le jet.

Pour les tuyaux de plus grandes dimensions, on fait sécher dans l'étuve les deux parties du moule et le noyau avant de faire la coulée.

Les boulons à clavette, dont nous avons parlé plus haut, servent de guides et de repères pour replacer les deux châssis l'un sur l'autre.

TUYAUX COULÉS EN PLAN INCLINÉ. — Les tuyaux coulés sur un plan incliné se moulent, comme nous l'avons dit, absolument de la manière que nous venons de décrire pour les tuyaux coulés horizontalement. Seulement, après avoir réuni les deux châssis, on place sur le châssis supérieur une planche dressée que l'on rattache fortement à celle du dessous au moyen de serre-joints. Ce procédé a pour effet d'empêcher la fonte de soulever, par l'action de la pesanteur, le sable du châssis supérieur.

Nous allons maintenant, à l'aide des fig. 1 à 4 de la planche 24, décrire plus en détail le mode de coulage vertical généralement employé pour les tuyaux de conduite, et nous mentionnerons ensuite divers procédés brevetés en Angleterre, pour apporter dans cette fabrication des perfectionnements et réaliser des économies dans la main d'œuvre.

DESCRIPTION DES PROCÉDÉS DE TUYAUX COULÉS VERTICALEMENT.
FIG. 1 A 5, PL. 24

La fig. 1 représente en section verticale, faite par l'axe suivant la ligne 1-2 de la fig. 2, le moule d'un tuyau garni de son modèle en fonte.

La fig. 2 en est un plan ou section horizontale faite à la hauteur de la ligne 3-4, à la jonction des deux châssis du moule.

La fig. 3 est une seconde section verticale faite diagonalement à la première, suivant la ligne 5-6; sur cette figure le modèle est retiré, le noyau est supposé dans le moule et le tuyau coulé.

La fig. 4 montre le modèle extérieurement en plan.

Les tuyaux coulés verticalement, comme l'indiquent les fig. 1 à 4, se moulent dans une fosse creusée dans le sol, de telle sorte que la partie supérieure du tuyau dépasse à peine le niveau du plancher de l'usine.

DISPOSITION DU MOULE. — Le moule se compose de six châssis quadrangulaires A, A′, A², A³, formés chacun de quatre parties reliées en diagonale par des brides verticales *a* et des boulons à clavette. Les quatre côtés ainsi réunis présentent en dessus et en dessous des rebords ou brides horizontales qui servent, au moyen des serre-joints *b*, à relier les

châssis entre eux. Ceux-ci sont en outre munis de poignées a' qui permettent de les manœuvrer aisément et par suite facilitent le service.

Le premier châssis A du moule, qui ne comprend que la portée du noyau, et la moitié du cordon terminant l'emboîtement, est boulonné sur une plate-forme en fonte B, sur laquelle doit reposer le noyau. Cette plate-forme ainsi que les parois des châssis sont percées de trous pour laisser échapper les gaz pendant la coulée.

Le second châssis A′ comprend tout l'emboîtement jusqu'au commencement de la partie cylindrique du tuyau ; trois autres châssis A^2 semblables entre eux complètent, avec celui supérieur A^3 qui comprend la partie du noyau, la hauteur totale du moule.

Disposition du modèle. — Le modèle est en fonte et divisé dans sa longueur en deux parties. La séparation a lieu un peu au-dessus de l'emboîtement C placé à la partie inférieure du moule. La portion cylindrique qui s'étend de l'emboîtement au sommet est divisée, dans le sens de la circonférence, en trois parties : les deux premières sont composées des deux coquilles C′ et C^2, réunies au centre par la troisième partie formée d'une double bande *c* en forme de coin (fig. 1 et 2).

Ces deux bandes sont réunies par six traverses méplates c', la dernière est munie d'un crochet *d* qui sert à retirer le coin. Celui-ci étant enlevé, on rapproche successivement vers le centre chacune des deux coquilles, et, au moyen de pitons vissés dans la partie supérieure, on les retire sans endommager le moule.

Formation du noyau. — Il se compose, pour les petits tuyaux, d'une boîte à noyau, comme il a été dit plus haut. Toutefois, dans les gros tuyaux, l'axe est formé par une lanterne creuse en fonte D, percée de trous sur toute sa hauteur, et qui est revêtue d'une tresse de paille ou de foin *e* (fig. 3 et 4), servant à diminuer l'épaisseur du sable et à faciliter le départ des gaz du noyau. Cette lanterne a la forme d'un cône tronqué, la grande base étant placée en bas. Cette forme oblige le sable à rester toujours adhérent à la lanterne, lorsqu'on enlève le noyau par l'anse d' qui le termine.

Quand le noyau est retiré de la boîte, on en répare la surface à la truelle, on l'enduit d'une couche de noir liquide, et on le dépose dans l'étuve. Après l'avoir replacé dans le moule, il convient de le caler fortement dans celui-ci pour empêcher la fonte de pénétrer par le bas dans le creux de la lanterne. A cet effet, on passe, dans l'axe du noyau, deux barres de fer E, que l'on fixe au moyen de serre-joints *b* sur les bords du châssis supérieur A^3 (fig. 3 et 4).

Moulage et coulage. — Pour faire le moulage, on commence par placer sur la plate-forme en fonte B, une rondelle en bois F (fig. 1), qui a pour diamètre extérieur le diamètre intérieur de l'emboîtement, et sur laquelle se place le modèle en fonte C de cet emboîtement. Cette rondelle, qui se retire après le moulage avec le modèle, laisse la place libre, nécessaire pour faire reposer le noyau sur le fond du moule.

On pose ensuite le deuxième châssis A′, qui comprend tout l'emboîtement jusqu'au commencement de la partie cylindrique, dont on dresse ensuite le modèle sur celui de l'emboîtement. On procède au reste du moulage au moyen de trois autres châssis intermédiaires A^2 et de celui supérieur A^3 comprenant la portée du noyau qui y est resserrée, au moyen d'une seconde rondelle en bois F′ (fig. 1), ayant pour diamètre intérieur le diamètre du tuyau.

Dans un des angles des châssis, on ménage un canal vertical *f*, qui sert à faire arriver la fonte dans le moule par le bas, au moyen d'une tranchée à deux attaques *f′* (fig. 3 et 4); deux autres tranchées horizontales f^2 se répètent dans la hauteur du moule à deux jonctions de châssis. Le canal vertical *f* est évasé par en haut pour faciliter l'introduction de la fonte dans le moule. On creuse aussi dans le châssis supérieur un orifice circulaire *g* auquel correspondent plusieurs évents verticaux placés directement au-dessus du tuyau; cet orifice est destiné à recevoir la masselotte, dont le poids augmente la densité de la fonte.

Dans les trois autres angles de la partie supérieure de chaque châssis, on enferme dans le sable une douille en fonte G (fig. 3), dans laquelle entre un tenon *g′* engagé dans la partie inférieure du châssis placé immédiatement au-dessus.

Ces tenons servent de guides et de repères pour replacer les châssis les uns sur les autres, quand on les retire de l'étuve pour reformer le moule.

Quand le modèle est retiré de celui-ci, on sépare le châssis; on achève le moulage à la truelle; on l'enduit d'une couche de bois pilé et délayé dans l'eau, et on dépose les châssis dans l'étuve.

Quand le moule est convenablement séché, on place d'abord le noyau dans le châssis du fond, et on descend successivement tous les autres châssis, chacun à sa place respective.

Après la coulée, pour faciliter le retrait de la fonte, on desserre les serre-joints qui réunissent les deux derniers châssis inférieurs A et A′, on soulève le moule tout entier, et après avoir dégagé les deux barres de fer E qui maintiennent le noyau, on fait tomber la lanterne D, dont la forme conique facilite cette opération; le sable du noyau peut alors céder facilement à la pression opérée par le retrait de la fonte.

Ce mode de coulage vertical est adopté depuis longtemps en France et en Angleterre. Dans ce dernier pays surtout on a cherché à le perfectionner de plusieurs manières, soit pour obtenir plus économiquement la main-d'œuvre du moulage, en le rendant pour ainsi dire mécanique, soit en cherchant des procédés pour éviter de briser le moule après chaque opération, soit en employant de la terre réfractaire au lieu de sable, soit encore dans la disposition des noyaux pour les retirer avec plus de facilité.

Nous allons décrire succinctement les quelques dispositions qui nous ont paru offrir de l'intérêt et un avantage réel dans leur application.

PROCÉDÉS PARTICULIERS DE MOULAGE DES TUYAUX DE FONTE.

M. D.-Y. Stewart, de la fonderie de Saint-Rollox, près Glascow, fit la demande d'une patente en 1846 pour des perfectionnements dans le moulage de la fonte et du bronze.

Dans ces perfectionnements, la formation des moules à tuyaux est effectuée sans modèle, au moyen d'une tige verticale munie à son extrémité inférieure d'une lame en hélice qui monte dans la boîte à moule, tandis que le sable du moulage y est introduit par dessus. Un mécanisme à contre-poids, disposé à l'extrémité supérieure de cette tige verticale, commande l'hélice.

En remplacement du système à contre-poids, l'auteur, dans une nouvelle demande, en date du 27 janvier 1857, fait usage d'un appareil à friction, composé particulièrement de deux roues à dents héliçoïdes, qui engrènent toutes deux avec l'extrémité filetée de la tige verticale. Les axes des deux roues sont placés parallèlement l'un à l'autre, de sorte que la vis, qui est placée verticalement au milieu, a plusieurs de ses filets engagés en même temps avec les dents de la roue de droite et avec celles de gauche. Les bords contigus de ces dents de roues forment exactement l'office d'un écrou ordinaire, quand elles marchent à une vitesse égale; mais aussitôt que l'on ralentit la vitesse de l'une d'elles, l'écrou n'agit plus de la même manière et ne fait plus descendre la vis dans les mêmes conditions de vitesse : c'est un écrou qui produit alors des vitesses différentielles.

L'arbre de l'une des roues est muni, en outre des engrenages qui lui communiquent le mouvement, d'un appareil de frein à friction à la portée du mouleur, de sorte que celui-ci, en faisant varier la vitesse de l'une des roues, peut modérer avec la plus grande exactitude, l'élévation ou la descente de la tige à lame héliçoïdale qui foule le sable.

Un appareil de ce genre, mais présentant une disposition mécanique différente, a été imaginé par M. T. Sheriff, de Glascow, breveté en Angleterre le 2 octobre 1854.

Le centre de la boîte à moule est garni d'une tige carrée qui peut être soulevée de bas en haut, au moyen d'un appareil quelconque. Cette tringle est munie d'une sorte de lanterne qui a la forme d'une coupe renversée; elle est fondue avec un renflement central qui sert à la fixer sur la tige, de façon que celle-ci, en tournant, puisse l'entraîner, et ne l'empêche pas cependant de se mouvoir verticalement de bas en haut.

L'intérieur de la lanterne est garni de quatre rouleaux coniques, qui tournent chacun librement et indépendamment sur un arbre incliné distinct, disposés à égale distance les uns des autres, autour du renflement central. La position de ces rouleaux est telle que les points les plus bas de la périphérie sont aussi les points les plus hauts pendant leur fonctionnement, et que ces points forment juste le diamètre intérieur de la paroi du moule, tandis que la hauteur de ces rouleaux correspond à l'épaisseur que l'on veut donner au sable dont le moule est formé. Au-dessous des rouleaux, et faisant partie de la lanterne, est disposé un cylindre dont la circonférence extérieure correspond à celle intérieure du moule.

Le sable tombe au-dessus d'une trémie présentant une ouverture annulaire qui le distribue également à la circonférence de la lanterne, dont le dessus est disposé pour laisser le passage libre et guider le sable qui descend au-dessus des rouleaux. Ceux-ci, par le fait de l'élévation de la tige centrale, roulent sur leur axe respectif en pressant

le sable entre le cylindre qui termine la lanterne et la paroi interne de la boîte à moule.

Ces deux mouvements simultanés de rotation et d'élévation se continuant, le sable augmente de hauteur au fur et à mesure de l'élévation de l'appareil. Lorsque celui-ci est arrivé au haut de sa course, le moule est formé d'une manière uniforme sur toute sa hauteur; si des nervures ou évasements sont nécessaires, il faut les faire au moyen d'une seconde opération.

La fermeté du sable formant le moule dépend de la friction du cylindre et des rouleaux coniques, contre la surface interne du moule. Cette friction a pour effet de retarder l'élévation de l'appareil, et on peut l'obtenir au moyen de contre-poids disposés convenablement.

La fig. 5 de la planche 24 représente, en section verticale, les deux parties extrêmes du système de moulage perfectionné qui fait partie du brevet obtenu en Angleterre le 27 janvier 1857 par M. D.-Y. Stewart, dont nous avons parlé plus haut.

Ce système a quelques rapports avec un procédé du même auteur breveté en sa faveur le 4 janvier 1849, et qui, comme celui que nous allons décrire, a particulièrement pour but le moulage des tuyaux en fonte à emboîtement.

Il se distingue par le mode de préparation des noyaux et le moyen de les placer dans les moules avant la fonte, et enfin de les retirer lorsque les tuyaux sont coulés.

La boîte à moule A est en fonte et en deux pièces boulonnées ensemble; la partie supérieure est évasée pour permettre aisément l'introduction du sable, et celle inférieure présente un renflement correspondant à celui de l'emboîtement du tuyau; et, en outre, elle est terminée par une bride au moyen de laquelle la boîte à moule est fixée par des boulons à la table ou plateforme B.

Cette plate-forme est montée sur quatre petites roues R, et son centre est percé d'une ouverture circulaire assez grande pour laisser passer la pièce du modèle servant à former l'emboîtement, et aussi la partie inférieure élargie du noyau D.

Ce noyau se compose d'un cylindre en métal percé d'un grand nombre de trous, et susceptible de se diviser en plusieurs pièces; il est traversé par une tige en fer *d*, et son extrémité inférieure est assemblée avec une forte bride C, dont le diamètre extérieur, tourné un peu en cône, correspond exactement au diamètre intérieur de l'ouverture centrale pratiquée à la plate-forme B.

La tige centrale *d* est munie, à sa partie supérieure, d'une embase, et sa partie inférieure est filetée, pour recevoir l'écrou *c*, qui relie solidement ensemble la tige, le noyau et la bride.

Le noyau, entouré de terre grasse ou de sable soit par une machine à faire les noyaux, soit par les moyens manuels ordinaires, est, après avoir été préalablement séché, descendu dans une fosse E, préparée pour le recevoir. Cette fosse est entourée d'un châssis F, fondu avec deux rails *f*

parallèles, en rapport avec l'écartement des roues de la plate-forme qui porte la boîte à moule.

Celle-ci, obtenue par les moyens mécaniques décrits plus haut, et ensuite séchée, est amenée avec le chariot B, qui roule sur les rails *f*, jusqu'au dessus de l'embouchure de la fosse. La barre du noyau qui s'y trouve ne désaffleure pas cette dernière, de sorte que le chariot, garni de sa boîte à moule, peut se placer immédiatement au-dessus, afin que son centre corresponde bien avec celui du noyau. Alors, on abaisse au travers du moule la chaîne d'une grue, que l'on attache au sommet de la tringle *d*; puis, au moyen de cette grue, on soulève le noyau jusqu'à ce que le plateau C qui en fait partie vienne rencontrer l'ouverture centrale ménagée dans l'épaisseur de la plate-forme B. Par suite de l'assemblage un peu conique des bords du plateau avec ceux de l'ouverture circulaire de la plate-forme, le noyau se trouve parfaitement centré.

L'extrémité supérieure du noyau est maintenue concentriquement avec l'embouchure de la boîte à moule, au moyen de coins placés de distance en distance autour de la circonférence, et séparés par des intervalles égaux.

Ainsi disposé, le moule est prêt à recevoir la fonte en fusion. A cet effet, il est enlevé avec son chariot par la grue, qui le transporte à la fosse de la fonderie. La partie inférieure de celle-ci est garnie d'une crapaudine sur laquelle l'extrémité *d'* de la tige *d* vient s'appuyer.

L'opération du coulage terminée, c'est-à-dire lorsque le noyau doit être retiré du moule, on déplace la crapaudine ; et, au moyen d'un levier, d'une vis ou d'une presse hydraulique qui agit en dessus sur la tige *d*, on chasse le noyau dans l'intérieur de la fosse. Pour soulager les roues et les axes de la pression nécessaire à cette dernière opération, le chariot est supporté au moyen de blocs placés au-dessous de la contre-fiche circulaire *b*, fondue avec la plate-forme B, et sur l'anneau élevé du socle du châssis F.

Pour éviter de mouler un noyau en sable pour chaque tuyau à fondre, on a cherché à disposer des noyaux en métal, au moyen desquels, quand la pièce est fondue, on peut diminuer leur diamètre, de façon à rendre possible leur retrait de l'intérieur du tuyau.

On trouve, à la date du 7 septembre 1853, une patente délivrée à MM. Law et Inglis, de Glascow, qui repose exactement sur ce principe : c'est un cylindre creux à minces parois divisées en quatre segments réunis sur leur hauteur par trois brides articulées, avec de petites bielles réunies à une tige centrale. Quatre autres tiges logées dans ce cylindre creux et reliées à deux plateaux placés aux deux extrémités du noyau permettent d'ouvrir ce dernier ou de le fermer à volonté, c'est-à-dire de l'étendre à son véritable diamètre extérieur, qui doit correspondre au diamètre intérieur du tuyau ; puis, quand le coulage est effectué, de le diminuer de diamètre en faisant glisser les points de réunion des quatre segments l'un sur l'autre, effet à peu près semblable à ce qui se produit dans les poulies extensibles.

Une autre disposition, ayant quelque analogie avec la précédente, due à M. D.-Y. Stewart, de Glascow, pour laquelle il a demandé une patente le 8 mars 1856, consiste dans l'application de disques coniques fixés sur la tige centrale. Quand ces disques présentent leur grand diamètre, les quatre segments qui composent le cylindre creux sont obligés de s'ouvrir et de présenter le développement maximum du noyau; quand, au contraire, on soulève les disques coniques au moyen d'un mécanisme intérieur disposé à cet effet, ils présentent un diamètre moindre qui rappelle vers le centre les quatre segments du noyau extensible.

Outre ces divers procédés mécaniques, on a aussi cherché à confectionner les boîtes à moules avec une matière plus résistante que le sable, afin de pouvoir les utiliser un plus grand nombre de fois. Ainsi MM. W. Hoby et J. Kinniburgh, de Renfrew, ont eu l'idée, comme on peut le voir dans leurs demandes de brevets faites en Angleterre le 26 novembre 1853, et plus tard en 1856, d'employer de l'argile ou de la terre réfractaire de la même nature que celle employée pour la confection des briques.

Au début de cette application, M. Kinniburgh revêtait d'une couche de terre à briques toute la hauteur du calibre dans lequel il voulait faire son modèle. Il essaya ensuite d'employer des briques de grandes dimensions, mais l'expérience lui démontra que les petites, qui exigent un plus grand nombre de joints, étaient meilleures et produisaient un moule plus parfait.

Chacune des briques devant former une portion du moule est elle-même moulée dans la forme convenable, au moyen d'une machine spéciale. Les joints sont remplis avec du mortier qui relie toutes les briques, et la surface interne est ensuite unie et polie soigneusement avec de la lavure de mine de plomb.

M. Kinniburgh fait la boîte à moule en deux pièces dans le sens longitudinal; les extrémités inférieures sont supportées par des charnières fixées sur une plaque de fonte qui supporte également le noyau. Chacune des deux parties de cette boîte est munie d'une crémaillère, qui engrène avec un petit pignon monté sur un axe, garni d'une manivelle, et placé à peu de distance sur une petite colonne en fonte. Quand les deux parties de la boîte sont réunies et le noyau au centre, le moule est prêt pour la fonte. Après le coulage, on retire le noyau, qui est extensible, c'est-à-dire que l'on peut réduire son diamètre en ramenant la tige centrale, dans le genre du système de MM. Law et Inglis. Les deux côtés de la boîte à moule sont ensuite ouverts, en les faisant osciller chacun séparément sur leur charnière. A cet effet, on fait tourner les deux manivelles de droite et de gauche qui actionnent les deux pignons, et par suite les crémaillères fixées de chaque côté de la boîte à moule. Quand, par l'effet de l'échauffement, la boîte est attaquée par quelques crevasses, on les répare aisément avec un peu d'argile.

En avril 1857, rapporte le *Pratical Mechanic's Journal*, trois moules de cette espèce fonctionnaient à Londres et produisaient des tuyaux de 18 pouces anglais (470 millim. de diamètre) pour les conduites d'eau de Blackburn; plus de quatre-vingts tuyaux ont été fondus dans le même moule, et aucun défaut capital ne s'est manifesté soit dans le moule même, soit dans les derniers tuyaux obtenus, qui sont sortis, comme les premiers, de forme parfaite.

Ces tuyaux sont de bons spécimens; le seul défaut que l'on pût constater repose

sur une légère ondulation de la périphérie extérieure, qui provient apparemment de l'expansion de la surface en argile.

Les deux sections longitudinales, au point de réunion de la boîte à moule, sont à peine visibles sur le contour du tuyau, qui est propre et doux. La légère distorsion dont il est parlé plus haut n'affecte rien de sensible à l'œil de l'examinateur, et cela ne peut être une cause de non-acceptation.

RÉCEPTION ET ESSAI DES TUYAUX.

Lorsque les tuyaux sont livrés par les fondeurs, on les fait placer successivement dans la position où ils ont été fondus, et on les frappe à petits coups de marteau, afin de reconnaître s'il s'y trouve des chambres ou des soufflures.

On doit rejeter ceux dont l'épaisseur, au lieu d'être uniforme dans tout le pourtour, est d'un côté plus faible qu'elle ne doit être, et dont l'emboîtement est ovale au lieu d'être rond. On les essaie ensuite sous une pression incomparablement plus grande que celle qu'ils auront à subir, car il faut qu'ils résistent non-seulement à la charge, mais encore aux coups de bélier résultant de l'ouverture ou de la fermeture trop prompte des robinets.

Nous citerons comme exemple les tuyaux de distribution d'eau dans la ville de Paris, qui sont soumis à l'essai à la pression d'une colonne d'eau de 100 mètres, quoique la pression maximum que ces tuyaux ont à supporter ne soit que de 20 mètres.

L'appareil pour les essais se compose d'un châssis formé de deux plaques de fonte réunies par deux ou trois tirants. Une de ces plaques est fixe; l'autre est mobile et placée sur un petit chariot qui peut, au moyen d'une vis de pression, serrer le tuyau assez fortement pour que l'eau ne puisse s'échapper par le joint, que forment deux matelas convenablement garnis de cuir et de corde goudronnée.

Au centre de la plaque fixe correspond un tuyau de plomb qui, mis en communication avec un réservoir plus élevé, ou avec une pompe, sert à remplir le tuyau à éprouver. Un petit trou, ménagé dans la plaque opposée, et qu'on ferme avec une cheville en bois quand le tuyau est plein, donne issue à l'air.

Le tuyau une fois rempli, on ferme le robinet qui met le tuyau en plomb en communication avec le réservoir, et on ouvre celui qui correspond à la pompe d'une presse hydraulique; on la fait alors fonctionner jusqu'à ce que l'eau jaillisse par une soupape qui accuse la pression par le poids dont elle est chargée.

Voici le prix d'un appareil de ce genre exécuté à Paris, pour essayer les tuyaux de distribution d'eau appliqués récemment dans la ville de Dijon :

Pompe d'une presse hydraulique............	470 fr. 25
Chariot en fonte..........................	859 95
Pompe ordinaire pour remplir le tuyau.......	150 00
Total....................	1480 fr. 20

Il est bon, pour faire les épreuves, de choisir un temps très-sec, afin que les petits suintements puissent paraître, et il faut avoir soin aussi de laisser deux ou trois minutes le tuyau en charge, afin de donner à l'eau comprimée tout le temps de produire son action.

Pour arrêter un petit suintement, il suffit, parfois, de refouler la fonte avec quelques coups de marteau, alors il n'y a aucun inconvénient à recevoir le tuyau sur lequel il a été remarqué; mais, en général, il faut rejeter tous les tuyaux sur lesquels des suintements avec bouillonnements se manifestent, et, à plus forte raison, ceux de la surface desquels l'eau s'échapperait par petits jets.

POSE ET JONCTION DES TUYAUX.

La première opération de la pose des tuyaux consiste dans l'ouverture de la tranchée, qui doit avoir partout une profondeur suffisante pour que l'eau soit à l'abri de la gelée. On donne ordinairement à Paris 1m40 au-dessus du tuyau; si la voie publique dans laquelle elle est ouverte a de légères inflexions de pente, on doit chercher à les faire disparaître, autant que possible, dans le nivellement de la conduite, surtout en ce qui concerne les contre-pentes.

La tranchée doit nécessairement avoir une largeur suffisante pour que les ouvriers puissent descendre jusqu'au fond; si le tuyau est un peu gros, cette largeur ne suffit pas pour faire le joint, on l'augmente alors après coup au droit de l'assemblage, en forme de niche.

Les tuyaux une fois descendus, il s'agit de faire les joints.

La fig. 6 de la planche 24 montre, en section longitudinale par l'axe, une série de tuyaux représentant les divers modèles en usage, correspondant aux deux assemblages adoptés presque exclusivement par les ingénieurs des ponts et chaussées pour la réunion des tuyaux.

La fig. 7 est une section transversale de la figure précédente, faite par l'axe d'un bouchon.

La fig. 8 est une vue extérieure à une échelle moitié de la fig. 6. Les extrémités des tuyaux sont rapprochées, parce que le format du dessin n'a pas permis de les donner dans leur vraie longueur.

Joints a brides. — Les tuyaux de fonte étaient autrefois assemblés à brides, c'est-à-dire que leur extrémité portait une couronne A percée de trous, comme l'indique le tuyau n° 2 des fig. 6 et 8.

Dans la confection de ces joints, on laisse entre les brides un intervalle suffisant pour recevoir une rondelle en plomb *a* convenablement dressée, et enduite sur les deux faces d'une couche de mastic ou de minium. Ces rondelles ont la forme d'un anneau plat, dont le diamètre intérieur est égal à celui du tuyau à raccorder, et dont le diamètre extérieur est calculé de manière à affleurer les trous des boulons. Ces rondelles ont, en général, 12 millimètres d'épaisseur uniforme; lorsqu'elles sont biaisées, leur épais-

seur est variable et déterminée par l'obliquité à donner aux tuyaux, toutefois elles ne doivent pas avoir, au point le plus mince, moins d'un centimètre d'épaisseur.

Les boulons *e*, destinés à relier les brides des tuyaux, ont 18 millimètres de diamètre, avec une partie carrée près de la tête. Ces boulons doivent être serrés graduellement les uns après les autres, jusqu'au refus, et la rondelle est refoulée avec un ciseau à mater, pour rendre le joint parfaitement étanche.

Si on imagine une conduite ainsi assemblée, on reconnaîtra qu'elle forme un système rigide et invariable, c'est-à-dire que si elle est placée entre deux points fixes, tout changement de forme ou de longueur qui dépasse l'élasticité du métal doit amener une rupture. Or, le changement de longueur et celui de forme, le premier par l'effet de la dilatation, et le second par suite du tassement ou de l'ébranlement du sol, sont à peu près inévitables.

Pour remédier à l'inconvénient de la dilatation, quand on employait exclusivement ce mode de réunion, on plaçait de distance en distance dans la longueur de la conduite, des tuyaux dits compensateurs, dans lesquels le reste de la conduite s'avançait ou se retirait, suivant sa température, mais c'était là un palliatif insuffisant; alors on a adopté le joint à emboîtement, qui permet à la conduite de pouvoir, sans se rompre, se dilater, se contracter et se dévier de sa position normale.

Le joint à bride n'est donc plus qu'une exception, qui, à ce titre, ne saurait avoir d'inconvénients. Ce joint est, du reste, indispensable pour permettre d'intercaler des robinets et autres pièces nécessaires à la distribution, et, en même temps, pour effectuer les réparations de la conduite.

Joints a emboitement. — A la seule inspection des tuyaux n°s 4 et 5 des fig. 6 et 8, on reconnait que ce joint forme une espèce de genou. L'extrémité évasée B est d'un diamètre intérieur plus grand que le bord saillant ou cordon *b*, qui termine l'extrémité mâle. Celle-ci pénètre à l'intérieur du renflement, mais pas complétement jusqu'au fond, de manière à laisser environ un centimètre de jeu pour la dilatation; on a le soin de placer en dessus la portion de l'emboîtement qui porte le tampon métallique *f* (fig. 6 et 7).

L'intervalle compris entre les parois extérieures du tuyau mâle est garni en partie par une corde goudronnée *c* (fig. 6), refoulée jusqu'au cordon *b*, au moyen d'une tige en fer sur laquelle l'ouvrier frappe à coups de marteau. Lorsqu'elle est matée au refus et qu'elle occupe environ la moitié de la longueur de l'emboîtement, de façon à laisser un vide uniforme de quatre centimètres, on procède au coulage du plomb dans le joint.

C'est sur cette opération que l'on compte uniquement pour assurer l'étanchéité et la stabilité du joint. A cet effet, on entoure celui-ci d'un bourrelet en terre glaise, on perce un petit entonnoir à la partie supé-

rieure du bourrelet, et c'est par cet orifice que le plomb fondu s'introduit dans l'espace annulaire *d*, compris depuis la corde jusqu'au désaffleurement du boudin qui termine l'emboîtement femelle.

Lorsque les joints sont coulés, et après le refroidissement du plomb, on procède à l'opération du matage à l'aide d'un ciseau à mater. Cette opération est nécessaire pour rendre le joint parfaitement étanche.

Lorsqu'un certain nombre de tuyaux ont été ainsi préparés, on s'occupe de leur épreuve. Dans les conduites en tranchée, cette opération doit toujours précéder celle du rejet des terres dans la fouille. On introduit les eaux dans la conduite que l'on veut essayer en arc-boutant solidement le tuyau posé le dernier, pour empêcher le déboîtement des joints sous la pression du liquide. Il est inutile de faire observer que l'on doit avoir le soin, dans cette mise en charge partielle, de ménager les orifices nécessaires pour le dégagement complet de l'air contenu dans la conduite; puis on ferme peu à peu ces orifices, et on laisse un certain temps les conduites dans cet état. Alors, si quelques fuites se manifestent, on les fait en général aisément disparaître par un nouveau matage des joints qui perdent.

Une conduite part, en général, d'une tubulure ménagée sur une plus grosse conduite. Cette tubulure est à bride, pour pouvoir être fermée provisoirement par une plaque pleine; le premier tuyau est alors à bride et à cordon, comme l'indique le modèle n° 3 (fig. 6 et 8); le second à emboîtement et cordon n° 5, etc., etc. Si on juge à propos de mettre un robinet à l'origine de la conduite, ce robinet étant à double bride, rien n'est changé dans l'ordre des tuyaux ; si le robinet est placé dans le cours de la conduite, on met à la place un tuyau à emboîtement et à bride (modèle n° 1); puis le robinet, puis un tuyau à bride et cordon, etc., etc.

On procède de la même manière, que la pose ait lieu en tranchée ou en galerie; dans cette dernière circonstance, surtout lorsque les galeries servent d'égouts, il est commode d'employer des consoles en fonte, qui ne gênent pas le cours de l'eau, et permettent de nettoyer le radier.

Une précaution essentielle, lorsqu'on pose en galerie, c'est d'attacher la conduite aux pieds droits par des agrafes qui ne lui permettent pas de sortir de sa direction, quand elle y est sollicitée par les coups de bélier qui résultent de l'ouverture ou de la fermeture des robinets.

TUYAUX COURBES, A TUBULURES ET A TAMPONS MÉTALLIQUES.

Ce que nous venons de dire des tuyaux droits s'applique aux tuyaux courbes qui s'assemblent entre eux et avec les tuyaux droits, soit avec des brides, soit avec des emboîtements.

Les embranchements principaux se font ordinairement au moyen de tuyaux portant une tubulure *t*, venue à la fonte, comme il est indiqué sur le tuyau n° 2, fig. 8. Quand on pose une conduite maîtresse, il est prudent de placer un de ces tuyaux au droit de chaque rue, qui tôt ou tard aura

nécessairement son embranchement; on ferme provisoirement la tubulure par une plaque pleine. On peut aussi mettre tout simplement un tuyau à bride, qu'on remplace facilement par un tuyau à tubulure, quand cela est nécessaire.

Lorsque aucune de ces précautions n'a été prise, et qu'on ne veut pas démonter la conduite, on fait le percement du diamètre voulu, et on y applique une tubulure en plomb à double bride, comme l'indiquent les fig. 11 et 12, c'est-à-dire qu'on rabat un collet formant bride à l'extrémité du tuyau de plomb, et on applique cette bride sur la conduite principale. Elle en épouse la forme, et on la garnit d'un cuir, qui est serré par un collier de fer E.

Ce collier est composé de deux parties demi-circulaires, portant chacune deux oreilles percées d'un trou pour placer un écrou *e*, que l'on serre jusqu'au refus.

Ce moyen est fréquemment employé pour les embranchements particuliers, lorsqu'on ne se sert pas de conduite à mamelons taraudés, mais le travail qu'il nécessite est assez dispendieux, lorsqu'il a lieu sur de grosses conduites, à cause de la dimension à donner aux colliers. On peut se servir alors d'un autre mode, qui consiste à percer la fonte, à tarauder l'orifice, et à y visser un bout de tuyau de bronze dont une extrémité porte un pas de vis, et dont l'autre se termine soit par une partie conique, soit par une bride sur laquelle on assemble l'embranchement.

Pour le succès de ce procédé, il faut que la fonte présente une certaine épaisseur; de plus, le taraudage sur place demande un outil spécial que l'on n'a pas toujours à sa disposition. C'est par ce double motif que, depuis quelques années, dans le service de Paris, on établit à l'avance, comme l'indiquent les fig. 6, 7 et 8, une partie renflée F, dans laquelle est ménagé un trou taraudé. Ce trou est fermé provisoirement par un tampon *f*, de métal fusible.

Lorsqu'il s'agit de faire une prise d'eau, il suffit de dévisser le tampon et de le remplacer par un robinet qui porte le même pas de vis.

C'est ainsi que se pratique la pose normale des tuyaux, mais les sujétions imposées par les localités obligent d'avoir quelquefois recours à d'autres systèmes. Lorsqu'on a démonté une portion de conduite pour ôter un tuyau cassé ou pour y intercaler un tuyau à tubulure, on est obligé de faire un raccord, c'est-à-dire de rétablir la conduite entre deux points qui ne se trouvent pas à des distances convenables; c'est alors qu'on emploie la disposition du mamelon simple à coquilles, représentée en section longitudinale et transversale fig. 9 et 10.

Imaginons qu'on ait deux tuyaux T et T′ à réunir par les extrémités qui portent les cordons *b* et *b′*; avant de mettre en place l'un des tuyaux, on y fera glisser le manchon M, qu'on ramènera ensuite sur les cordons, où il formera double emboîtement, ce qui donnera par suite un moyen facile de former le joint.

Les cordons b et b', fondus avec les tuyaux, ne sont pas indispensables pour former un bon joint; on peut rassembler de la même manière des tuyaux coupés de longueur convenable pour combler les lacunes, ce qui dispense de faire fondre des tuyaux spéciaux.

On se sert des manchons à coquilles lorsque les tuyaux sont fêlés ou cassés sur de petites étendues; la réparation se fait ainsi sans dépose de tuyaux. On fait sauter les brides au ciseau lorsqu'elles doivent être enveloppées par des manchons.

DÉPLACEMENT DES TUYAUX. — Pour déposer les tuyaux à emboîtement, on place sous le joint une feuille de tôle qu'on enroule autour de la conduite et que l'on couvre de charbon. En allumant le charbon on fait couler le plomb; mais, pour extraire un tuyau, il faut que cette opération soit répétée sur un certain nombre de joints; on tire alors la conduite perpendiculairement à son axe, et on arrive ainsi à déboîter un bout de tuyau.

Cette opération est assez longue et assez dispendieuse, car le plomb est ordinairement perdu; c'est ce qui fait que l'on se résigne souvent à briser un tuyau, d'autant plus facilement qu'en chauffant le joint, comme nous venons de le dire, il arrive quelquefois qu'on fait éclater le tuyau.

Les tuyaux à brides se démontent beaucoup plus facilement; il suffit de couper les boulons au ciseau, car il est rare qu'au bout d'un certain temps on puisse dévisser les écrous; on peut ainsi enlever un seul tuyau parfaitement intact; aussi, pour avoir cette facilité, il est bon d'en intercaler quelques-uns dans la longueur des conduites.

JOINTS DE DIVERS SYSTÈMES.

Un grand nombre de tentatives ont été faites pour obtenir des joints de conduite plus sûrs, plus économiques et plus faciles à exécuter que ceux que nous venons de décrire; nous allons rappeler les quelques dispositions qui ont reçu la sanction de l'expérience et celles qui nous ont paru offrir quelques chances de succès.

En remplacement du plomb fondu et maté, employé pour former le joint à emboîtement mâle et femelle, on s'est servi en Angleterre de petites pièces de bois taillées en forme de coins, entrant et s'adaptant hermétiquement les unes aux autres, de façon à remplir exactement l'espace annulaire vide ménagé entre les extrémités des deux tuyaux.

Dans le Traité sur l'hydraulique de M. G. Hagen, ce procédé est décrit de la manière suivante :

On coupe des pièces de sapin en bloc de 23 centimètres de longueur et on les fend en pièces d'environ 5 centimètres de largeur et 18 millimètres d'épaisseur; elles sont ensuite taillées, à la forme intérieure du tuyau, d'un côté cylindrique concave, et de l'autre côté en forme de cône aux deux extrémités. Après cela, on les scie par le milieu, et chaque pièce produit deux blocs.

Ainsi préparés, ces blocs sont placés en cercle dans l'espace annulaire qu'il s'agit de fermer, et s'ils ne remplissaient pas entièrement l'ouverture, on ajoute des petits blocs jusqu'à ce que l'espace soit complétement fermé; puis, à l'aide d'un marteau et d'un morceau de bois que l'ouvrier applique sur les coins, il enfonce graduellement tous ces coins tout autour du joint, en frappant jusqu'au refus, et il abat ensuite les parties qui dépassent.

Des joints faits de cette manière ont résisté à une colonne d'eau de plus de 6m 50.

Les fig. 16 et 17 indiquent, en section, une disposition appliquée en Allemagne, et au moyen de laquelle il est très-facile de déposer un tuyau avarié sans démonter une grande longueur de conduite.

Comme on le remarque, les extrémités des tuyaux T et T' sont fondues avec des bords saillants qui sont coniques extérieurement, et présentent intérieurement une surface annulaire plate. Une rondelle en plomb *a* est placée entre les deux bords, qui sont recouverts par une sorte de manchon en deux pièces M, d'une forme intérieure correspondante à celle des bords; on rapproche les deux pièces du manchon et on les serre fortement l'une contre l'autre au moyen des boulons à écrous *e*, qui traversent les oreilles du manchon. Au fur et à mesure que l'on rapproche les deux coquilles, les deux faces des bords se rapprochent et compriment la rondelle *a*, qui forme l'étanchéité du joint.

M. Fortin-Hermann avait envoyé à l'Exposition universelle de 1855 un système de joint tout différent, comme application, de celui que nous venons de décrire, mais ayant en principe quelques rapports. Ce joint est composé d'une bague en plomb ayant la forme de deux cônes curvilignes tronqués et accolés par leur grande base. Cette bague reçoit sur ses congés les extrémités des tuyaux évasés en pavillon, et le serrage de l'ensemble s'obtient par deux brides et deux boulons.

Ce joint est aussi facile à manier que le joint à bride ordinaire; il paraît plus efficace, en raison de la grande conicité de la bague.

Une disposition qui se rapproche encore plus que celle de M. Fortin-Hermann de l'assemblage à bords coniques indiqué fig. 16 et 17, est celle de M. Lacarrière, que nous avons représentée fig. 20 et 21.

Dans cette dernière disposition, les deux bords *b* et *b'*, qui terminent les deux tuyaux T et T', sont terminés chacun sur leur périphérie par une petite gorge. On place dans cette gorge, sur l'un des tuyaux, une bague en plomb, et on rapproche l'autre; puis, à l'aide du manchon M, formé de deux pièces que l'on réunit par les boulons *e*, on comprime la bague sur les bords des tuyaux. On remarque que les deux coquilles qui forment l'ensemble du manchon présentent intérieurement, au milieu, une cavité pour recevoir la bague, et que cette cavité est garnie d'un petit renflement ou téton, de sorte que la bague se trouve doublement comprimée par suite du serrage du manchon, et qu'une portion du métal est forcée de pénétrer dans l'espace compris et laissé libre à cet effet entre les deux tuyaux.

Cette disposition présente une grande garantie pour la perfection du joint, et permet aisément les mouvements de dilatation et de contraction des tuyaux; seulement elle offre l'inconvénient de nécessiter dans la fonte des manchons et des bords, ainsi que dans la pose, une grande précision.

M. Delperdange, sous-ingénieur au chemin de fer de l'État en Belgique, a soumis à l'appréciation de la Société d'Encouragement, en 1856, un

système d'assemblage de tuyaux, dont il est l'inventeur, et qui lui a valu, à l'Exposition universelle de 1855, une mention honorable.

Ce système représenté fig. 18 et 19 est fort simple : les extrémités des tuyaux T et T′ sont terminées par un bourrelet circulaire d'environ 1 centimètre de diamètre venu à la fonte. Les axes sont dans le prolongement l'un de l'autre, sans qu'il y ait contact entre les surfaces de raccordement; de cette manière, l'écartement laissé entre les deux bourrelets rend l'assemblage moins rigide et lui permet de céder, soit aux effets de la dilatation, soit au mouvement de poussée du terrain.

Une bande de caoutchouc vulcanisé *a*, d'une largeur de 3 à 4 centimètres, porte d'une égale quantité sur chaque bourrelet dont elle prend sensiblement la forme, par suite de la pression que lui fait subir le collier de serrage C.

Ce collier est en fer et d'une largeur moindre que la bague de caoutchouc qu'il embrasse; il porte intérieurement sur ses bords deux nervures à l'aide desquelles, tout en maintenant le système de raccordement bien étanche et empêchant sa dislocation, il permet cependant aux tuyaux de se mouvoir dans tous les sens. Le serrage est produit au moyen du boulon à écrou *e* traversant les deux oreilles *c*. Une plaque de tôle *p* est placée sous les oreilles *c*, entre le collier et la bague de caoutchouc, afin d'empêcher que, par suite du serrage, le caoutchouc ne vienne à gripper et à se prendre entre les oreilles du collier en fer.

Lorsque les tuyaux ont un grand diamètre, le collier à oreilles est renforcé par des nervures placées sur sa surface externe. Il doit toujours être galvanisé, ainsi que la petite plaque de tôle, afin d'être préservé de l'oxydation.

Si les liquides ou les gaz à conduire sont de nature à altérer le caoutchouc vulcanisé, on enveloppe les bourrelets des tuyaux avec une feuille mince de plomb, et c'est seulement sur cette feuille que vient se placer la bague en caoutchouc.

Il manque au système de M. Delperdange, comme à tous ceux que l'on propose, la sanction d'un assez long usage pour le consacrer. Pourtant une expérience officielle faite en Belgique, et que l'on peut lire dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement* du mois de septembre 1856, constate que les joints ont résisté parfaitement à une pression de 4 atmosphères, et qu'en outre la flexibilité de la conduite pourrait introduire, dans une canalisation basée sur ce principe, une condition de sécurité que ne comportent pas les modes actuellement usités.

Ce système présente en outre, suivant l'auteur, au point de vue des frais d'établissement, une supériorité incontestable sur le système ordinaire : 1° une économie de 10 p. 100 sur le poids de la fonte, provenant de la suppression de la partie de l'emboîtement qui recouvre le tuyau intérieur du mode d'assemblage en usage; 2° une économie de 50 p. 100 sur les joints, avec pose et remplacement plus faciles.

M. H. Petit, maître de forges, est l'inventeur du système de joint élastique que nous avons représenté par les fig. 13, 14 et 15. Dans ce système, les deux tuyaux T et T' sont disposés à emboîtement, et une rondelle en caoutchouc vulcanisé *a* est interposée entre les extrémités mâle et femelle, qui sont, en outre, fondues avec des oreilles doubles *o* et *o'*, diamétralement opposées les unes aux autres.

Pour assembler les tuyaux, on place la rondelle en caoutchouc sur l'embase formée par la partie fondue avec l'extrémité mâle; puis, rapprochant l'extrémité femelle du tuyau T', et en la soulevant dans la position indiquée fig. 13, on commence par réunir les deux oreilles supérieures *o* et *o'* par une patte en fer *p* et des broches *c* et *c'*; on abaisse ensuite le tuyau T' qui forme levier, la rondelle en caoutchouc se trouve naturellement comprimée, et l'emboîtement s'opère de lui-même; il suffit, pour compléter le joint, d'attacher la seconde patte *p'* au moyen des broches coniques semblables à celles engagées dans les oreilles supérieures. Dans cette opération, on n'a besoin de dépenser aucune force, le tuyau formant lui-même levier est suffisant par son poids pour exercer la pression nécessaire.

Il est inutile de faire observer que cette pression est calculée d'avance par l'écartement des oreilles, et qu'on s'arrange de manière à comprimer la rondelle de caoutchouc d'un certain nombre de millimètres en rapport avec l'usage et la dimension des tuyaux.

Pour conserver au joint toute son élasticité, les tuyaux sont disposés, comme on peut le remarquer fig. 14, de façon à n'avoir dans la longueur aucun point de contact, si ce n'est par l'intermédiaire du caoutchouc; les broches étant d'un diamètre plus petit que celui des oreilles et des pattes, laissent ainsi tout le jeu nécessaire à l'élasticité du joint. Cette disposition permet aux tuyaux de pénétrer plus avant l'un dans l'autre sous l'action de la dilatation et de revenir à la position première; de décrire des courbes très-prononcées suivant l'affaissement du sol; la vibration sous le passage des voitures n'a d'autre effet que d'entretenir l'élasticité du joint.

L'emploi du tuyau comme levier est un moyen très-simple et d'une grande puissance; il donne une facilité et une promptitude telles dans la pose, qu'avec deux ou quatre manœuvres, on peut poser en une seule journée, suivant M. Petit, plus d'un kilomètre de tuyaux, depuis 40 mill. jusqu'à 135 mill. de diamètre; les autres diamètres en proportion.

Entre autres avantages qui résultent de l'emploi de ce système, on peut démonter et remplacer les tuyaux à quelque point que ce soit d'une conduite; en outre, le peu de longueur de l'emboîtement donne une économie assez importante sur les tuyaux comparés, à épaisseur égale, avec ceux des anciens systèmes, comme on pourra s'en rendre compte au moyen du tableau suivant :

TABLE DES POIDS ET PRIX DES TUYAUX A JOINTS ÉLASTIQUES DE M. PETIT.

DIAMÈTRE intérieur en millimetres.	POIDS du tuyau.	PRIX de la garniture d'un joint.	CALCUL par mètre de tuyaux. POIDS du mètre de tuyau.	CALCUL par mètre de tuyaux. PRIX DU JOINT par metre de tuyau.	PRIX par mètre de tuyau et de joint.	PRIX total du tuyau et du joint.
mill.	kilog.	fr. c.	kilog.	fr. c.	fr. c.	fr. c.
085	55.0	2 25	22.0	» 90	7 50	18 75
110	72.5	2 75	29.4	1 10	9 92	24 80
135	89.0	3 50	35.6	1 40	12 08	30 20
160	110.5	4 25	44.2	1 70	14 96	37 40
190	136.5	5 »	54.6	2 »	18 38	45 90
220	165.0	6 »	66.0	2 40	22 20	55 50
250	195.0	7 »	78.0	2 80	26 20	65 50
275	222.0	8 »	88.8	3 20	29 84	74 60
300	251.0	9 »	100.4	3 60	33 72	84 30
325	282.0	10 »	112.8	4 »	37 84	88 60
350	314.0	11 »	125.6	4 40	42 08	105 20
400	372.0	13 »	148.8	5 20	49 84	124 60
500	510.0	18 »	201.0	7 20	68 40	171 00
600	687.0	24 »	274.8	9 60	92 04	230 40

OBSERVATION.

Tous ces tuyaux ont une même longueur de 2m50. — Nous avons calculé le prix en admettant que la valeur moyenne de la fonte soit de 30 fr. les 100 kil.; ce prix est variable, comme on sait, en général, de 28 à 32 fr. les 100 kilogrammes.

Les applications de ce système ont eu lieu depuis plusieurs années pour des conduites d'eau froide, d'eau chaude, de gaz et de vapeur. L'auteur nous a assuré que dans une expérience faite en présence de M. l'ingénieur en chef du département de la Seine, et de plusieurs autres ingénieurs, les joints de son système sont restés parfaitement étanches sous une pression de 70 atmosphères.

D'autres dispositions pour la jonction des tuyaux de conduite ont été proposées; mais, à notre connaissance, aucune n'a reçu la sanction de l'expérience, et même n'a présenté les avantages des quelques systèmes que nous venons de décrire.

Nous allons faire suivre cette étude des dimensions principales des conduites employées communément dans le service des eaux, depuis 81 millimètres jusqu'à 60 centimètres de diamètre.

PROPORTION DES TUYAUX DE CONDUITE.

Pour déterminer l'épaisseur à donner à un tuyau cylindrique soumis à une certaine pression intérieure, il faut tenir compte, non-seulement de la pression normale sur les parois, suivant la tangente de la courbe de section, et la résistance à la traction de la matière dont est composé le tuyau, mais encore de la charge additionnelle qui peut résulter des coups de bélier et de l'imperfection du tuyau, laquelle provient souvent de l'inégalité d'épaisseur du métal, par suite de la difficulté matérielle où l'on est d'éviter complétement, pendant le coulage, le déplacement du noyau dans le moule.

Ces dernières considérations sont très-difficiles à apprécier dans le calcul. Aussi nous pensons, ainsi que M. Dupuis, dans son *Traité sur la distribution des eaux*, que les formules dont on s'est servi jusqu'à présent pour déterminer l'épaisseur des tuyaux de fonte, ne doivent être considérées que comme des formules empiriques dont l'usage ne peut être étendu au delà des limites où on les applique ordinairement, et qui pourront être modifiées si, par quelque enduit chimique, on parvient à préserver la fonte de l'oxydation, ou si l'on perfectionne le moulage de manière à régulariser complétement et d'une manière certaine l'épaisseur de la paroi.

C'est un résultat auquel on est déjà parvenu jusqu'à un certain point, en coulant les tuyaux verticalement au lieu de les couler horizontalement, comme nous l'avons dit au commencement de cet article; aussi ce perfectionnement a-t-il permis de modifier la formule qui, dans le principe, était

$$e = 0^{m}01 \times 0^{m}02\, d.$$

e indiquant l'épaisseur et *d* le diamètre du tuyau en mètres,

et qui est maintenant

$$e = 0{,}008 \times 0{,}016\, d.$$

On remarque que dans cette formule, comme dans la première, on a adopté un terme constant, lequel, de 0,01, est réduit à 0,008; ce terme évite la variation sensible des épaisseurs pour chaque diamètre, car la pression maximum de l'eau, c'est-à-dire celle qui détermine la résistance du tuyau, est sensiblement la même, et il n'y a pas lieu, par conséquent, de changer notablement l'épaisseur des tuyaux, surtout ceux qui ne comportent que de petits diamètres; dans ce cas, le terme variable disparaît pour ainsi dire devant le terme constant.

C'est à l'aide de cette formule que les épaisseurs des tuyaux consignés dans le tableau suivant ont été déterminés. Ce tableau donne en outre les dimensions des autres parties de ces tuyaux.

DIMENSIONS DES TUYAUX EN FONTE.

DIAMÈTRES en millimètres.	LONGUEUR totale		ÉPAISSEUR en millimètres.		EMBOITEMENTS.		BRIDES.		
	à emboîtement et cordon ou bride.	à deux emboîtements.	Tuyaux droits.	Tuyaux courbes.	Épaisseur en millimètres.	Diamètre intérieur en millimètres.	Diamètre extérieur en millimètres.	Épaisseur à la jonction.	Nombre de trous.
81			9.5	11.5	13.5	120	224	16.5	3
108			10.»	12.»	14.»	148	253	17.»	4
135			10.»	12.»	14.»	175	280	17.»	5
150	2m 61	2m 72	10.5	13.»	14.5	195	304	17.5	6
162			10.5	14.»	14.5	203	317	17.5	6
190			11.»	14.5	15.»	232	347	18.»	6
200			11.5	15.»	15.5	245	355	18.5	6
250			12.»	15.»	17.»	298	411	20.»	6
300			13.»	16.»	18.»	350	474	21.»	8
325			13.5	16.»	18.5	376	499	21.5	8
350	2m 63	2m 76	14.»	17.»	19.»	401	528	21.5	9
400			14.5	18.»	19.5	453	582	22.5	10
500			16.»	20.»	21.»	556	682	24.»	11
600			18.»	22.»	23.»	660	786	26.»	12

OBSERVATIONS.

1° Les tuyaux à bride et cordon, ainsi que ceux à deux brides n'ont que 2m50 de longueur totale.

2° La longueur de l'emboîtement est de 110 millimètres pour les tuyaux de 81 à 200 millimètres, et de 130 millimètres pour les tuyaux de 250 à 600 millimètres.

3° Tous les tuyaux sont fondus à chaque extrémité avec des saillies ou filets de 4 millimètres sur le fût, et de 86 millimètres de longueur, pour les diamètres de 80 à 200 millimètres; ces filets ont 87 millimetres de largeur avec une saillie de 5 millimètres, pour les diamètres de 250 à 600 millimètres.

4° Les tuyaux de 81 millimètres et de 108 millimètres sont réunis par des coudes de 50 centimètres de rayon et de 1/8 de cercle ou 45°, avec assemblage à bride et cordon, double bride, et emboitement et cordon.

Les tuyaux de 135 millim. et de 162 avec coudes de 75 cent. de rayon.
Id. 180 Id. 216 Id. 1 mètre Id.
Id. 250 Id. 600 Id. 1m 50 cent. Id.
Et tous avec 1/8 de cercle.

La table suivante donne le poids total et le poids linéaire de chaque espèce de tuyaux, et permet, par suite, de déterminer aisément le prix de revient d'une conduite d'eau, lorsqu'on connait le prix de la fonte :

POIDS DES TUYAUX ET DE LEURS PRINCIPALES PARTIES.

DIAMÈTRES en millimètres.	A EMBOITEMENT et cordon.			A EMBOITEMENT et bride.			A BRIDE ET CORDON.	A DOUBLE emboîtement.		A DOUBLE bride.		POIDS à ajouter pour une tubulure.	POIDS du mètre linéaire du corps du tuyau.
	De l'emboîtement.	Du corps du tuyau.	Poids total.	Du corps du tuyau et emboîtement.	De la bride.	Poids total.		Des emboîtements.	Poids total.	Des brides.	Poids total.		
	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.
81	9	49	58	56	6	62	55	18	65	12	59	11	20
108	11	67	78	75	8	83	75	22	86	16	80	13	28
135	13	83	96	92	10	102	92	26	105	20	99	16	35
162	16	103	119	114	12	126	115	32	131	21	122	21	43
190	20	126	146	140	14	154	140	40	160	28	148	23	52
216	22	149	171	164	17	181	166	44	186	34	176	27	62
250	35	180	215	205	20	225	200	70	240	40	210	30	75
300	43	233	276	263	27	290	260	86	306	54	274	36	97
325	48	262	310	295	30	325	292	96	343	60	307	»	108
350	52	291	343	327	33	360	324	104	380	66	341	42	121
400	61	343	404	385	39	424	382	122	416	78	402	50	143
500	80	471	551	525	51	576	522	160	605	102	517	»	196
600	105	633	708	703	67	770	700	210	840	134	732	»	264

Au moyen des chiffres portés dans la dernière colonne de ce tableau, on peut établir immédiatement le poids des tuyaux dits de raccords ou de longueur variable, en ajoutant au poids correspondant à la longueur que l'on considère, celui de l'emboîtement ou de la bride qui le termine.

Ainsi, cette table va nous servir à faire remarquer que si, au lieu d'employer des tuyaux de $2^{m}50$ de longueur réelle sans l'emboîtement, comme on l'a fait jusqu'ici, on employait des tuyaux de 3 mètres, comme cela est possible depuis que les procédés de moulage sont perfectionnés, on obtiendrait une économie assez notable sur le poids de la fonte, le nombre de joints et les frais de pose.

Comparant, comme exemple, deux conduites d'un kilomètre chacune, devant avoir $0^{m}30$ de diamètre intérieur, l'une formée de tuyaux de 3 mètres de longueur et l'autre de $2^{m}50$:

Nous voyons dans la dernière colonne du tableau que chaque mètre linéaire de tuyau, du diamètre de 300 millim., pèse 97 kilogrammes;

1,000 mètres de ces tuyaux pèseront donc $97 \times 1{,}000 = 97{,}000$ kilog.

Or, sur la longueur de 1,000 mètres, on compte, avec des tuyaux de 3 mètres :

$$\frac{1{,}000^{m}}{3^{m}} = 333 \text{ emboîtements.}$$

DIMENSIONS DES TUYAUX EN FONTE

DIAMÈTRES en millimètres.	LONGUEUR totale		ÉPAISSEUR en millimètres.		EMBOIT'
	à emboîtement et cordon ou bride.	à deux emboîtements.	Tuyaux droits.	courbes.	
81					
108					
135					
150	2m 61	9'			
162					
190					
200					
250					
300					
325					
35r					

s aurons le poids

onte brute.

ilog., on a, pour le prix

395fr 70.

onduite formée de tuyaux de $2^m 50$

= 400 emboîtements,
2,50

... le poids total est de 400 × 43 kil. = 17,200 kil.

... ajoutés au poids de la conduite, donnent un total de

17,200 + 97,000 = 114,200 kilog.

On voit donc qu'en comparant ce second poids total de la conduite avec le premier, il y a une économie de

114,200 — 111,319, ou 2,890 kilog.

Ce qui fait en argent une différence de 867 francs au bénéfice de la conduite composée de tuyaux de 3 mètres de longueur, seulement pour le prix de revient de la fonte brute, avec le chiffre de 30 fr. les 100 kilog.

D'après M. Darcy, chaque joint à emboîtement, y compris la corde, le plomb et le temps employé, revient pour un tuyau de 30 centimètres de diamètre à 4 fr. 46; si on multiplie ce prix par 67, qui est le nombre de joints nécessités en plus pour les tuyaux de $2^m 50$ de longueur, on trouve 298 fr. 82, qui, ajoutés aux 867 francs, font une somme de 1,165 fr. 82.

Si on tient compte de la différence des frais de transport, on voit que l'on peut aisément porter à 1,200 fr. par kilomètre, l'économie résultant de l'emploi des tuyaux de 3 mètres, tout en diminuant les chances de fuite, puisqu'on diminue le nombre des joints.

CALCULS RELATIFS A L'ÉTABLISSEMENT DES CONDUITES D'EAU.

Nous cherchons toujours, comme on le sait, à simplifier autant que possible les calculs nécessaires à l'établissement des moteurs, des machines et des organes de toutes sortes. Dans cet article sur l'établissement des conduites d'eau, nous nous sommes appliqué également à rendre facile, à l'aide d'une table et d'un tableau graphique, le moyen de déterminer le diamètre d'un tuyau capable de débiter, dans un temps donné, un certain volume d'eau, connaissant la charge totale et la longueur de la conduite.

Les tables que M. Mary a calculées dans ce but, et arrangées dans un autre ordre par M. Morin, nous ont servi à la construction du tableau graphique suivant, que nous avons cru utile de faire précéder des formules ou règles pratiques et d'un extrait de ces tables.

Ces règles ou formules sont applicables aux tuyaux à section constante, sans étranglement dans l'intérieur, ainsi que cela doit être dans toute conduite bien établie.

Lorsque, dans une semblable conduite, le mouvement de l'eau est arrivé à l'état de régime, c'est-à-dire quand le niveau du réservoir supérieur et celui du bassin inférieur de réception se maintiennent à des hauteurs constantes, de sorte que le volume d'eau débité par seconde est lui-même constant, on obtient la vitesse moyenne de l'eau par la formule suivante, que M. de Prony a déduite de la discussion des expériences de Couplet, de Dubuat et de Bossut :

$$U = 53{,}58\sqrt{\frac{DJ}{4}} - 0^m025,$$

$$\text{ou bien } U = 26{,}79\sqrt{DJ} - 0^m025,$$

dans laquelle on représente par :

U la vitesse moyenne cherchée en mètres par seconde,

D le diamètre intérieur de la conduite,

$J = \frac{H}{L}$ la déclivité ou la pente par mètre courant, laquelle est égale au rapport de la hauteur totale H de pente de la conduite, ou de la différence de niveau des deux réservoirs qu'elle met en communication, à la longueur totale L de la conduite.

Connaissant la vitesse moyenne U, d'après les valeurs observées

$$\text{de D et de } J = \frac{H}{L},$$

on en déduit le produit Q ou la dépense d'eau de la conduite en mètres cubes par 1″, par la formule :

$$Q = \frac{D^2 U}{1{,}273}.$$

Ces formules reviennent aux règles suivantes :

Première règle. — Pour calculer la vitesse moyenne de régime que prend l'eau dans une conduite,

On multiplie le diamètre intérieur de la conduite par le rapport de la différence de niveau des deux réservoirs à la longueur de la conduite, on extrait la racine carrée du produit, et on multiplie cette racine par 26,79;

Du produit on retranche 0m025 : *la différence exprime la vitesse cherchée.*

Deuxième règle. — Pour déduire le volume d'eau débité par la conduite en 1″,

On multiplie la vitesse moyenne obtenue par le carré du diamètre, et on divise le produit par 1,273 : le résultat sera le produit en mètres cubes.

EXEMPLE : — *Déterminer la vitesse et le produit par 1″ pour une conduite de 0m30 de diamètre, de 2,000 mètres de longueur, avec une différence de niveau H = 4m entre les réservoirs supérieur et inférieur,* ou $J = \frac{4}{2000}$.

D'une part, la première règle ci-dessus donne :

$$U = 26{,}79\sqrt{\frac{0^m30 \times 4}{2{,}000}} - 0^m025 = 0^m631.$$

Et d'autre part, la seconde :

$$Q = \frac{(0{,}30)^2\ 0^m631}{1{,}273} = 0^{m.c.}0446.$$

M. de Prony a donné une table qui facilite les calculs de ce genre, et avec laquelle on détermine les vitesses correspondantes à des valeurs connues de $\frac{DJ}{4}$.

Cette table a été imprimée dans l'ouvrage de Genieys et dans le Traité de M. Dupuit. Mais comme elle exige encore un certain travail lorsqu'on veut l'employer, M. Mary, qui a dirigé pendant longtemps les travaux de canalisation de la ville de Paris, en a calculé une autre très-complète, laquelle donne les vitesses et les volumes débités par seconde sous différentes charges et avec des diamètres variables.

Plusieurs auteurs ont reproduit ce travail, que nous avons résumé dans la table suivante, p. 358 et 359, et dans le tableau graphique p. 360 (1).

La première colonne de cette table contient les dépenses ou quantités d'eau débitées par seconde depuis 0l1 jusqu'à 100 litres, pour la première partie (page 358) correspondante aux diamètres successifs de 0m05 à 0m25, et depuis 10 litres jusqu'à 600 litres pour la deuxième partie (page 359) correspondante aux diamètres de 0m30 à 0m60.

On y remarque que plus le diamètre de la conduite est petit pour un volume donné, plus la perte de charge est grande, parce qu'il faut nécessairement que la vitesse de l'eau dans la conduite soit considérable.

Ainsi, si la dépense doit être de 6 litres par seconde, et que l'on ne veuille employer qu'un tuyau de 0m10 de diamètre intérieur, la perte de charge est de 8mill.66 par mètre, tandis qu'elle ne sera que de 1mill.23 seulement avec un tuyau de 0m15.

USAGE DE LA TABLE. — A l'aide de cette table, on peut résoudre avec facilité presque tous les problèmes relatifs à la distribution des eaux.

(1) Nous n'y avons pas compris les vitesses dues aux charges ou hauteurs de chute ; il suffit de se reporter à ce sujet aux tables des dépenses d'eau relatives aux roues hydrauliques, et qui sont contenues soit dans le 1er vol. de ce Recueil, soit dans notre Traité spécial et complet sur les moteurs hydrauliques (nouvelle édition).

Premier exemple. — *Soit à déterminer le diamètre d'une conduite de 5,000 mètres de longueur, capable de débiter 72 mètres cubes d'eau par heure ou 20 litres par seconde, la charge totale étant de 15 mètres, soit 3 millimètres par mètre de la longueur de la conduite.*

On prend dans la première colonne de la table le nombre 20, qui correspond à la dépense en litres par seconde; puis, suivant la ligne horizontale, on cherche le chiffre correspondant à la charge de 3 millimètres par mètre; on rencontre à la sixième colonne $3^{mill.}04$, lequel correspond au diamètre $0^{m}20$.

La charge est un peu trop considérable, par conséquent la perte totale serait de

$$5000 \times 3{,}04 = 15^{m}200 \text{ au lieu de 15 mètres;}$$

si ce dernier chiffre ne pouvait être dépassé, le volume d'eau serait nécessairement légèrement diminué, ou il faudrait augmenter un peu le diamètre du tuyau, ce qui, du reste, doit toujours se faire par mesure de prévoyance.

Deuxième exemple. — *Si l'on voulait déterminer à quelle hauteur l'eau pourrait s'élever au-dessus du sol, à l'extrémité d'une conduite dont le produit et le diamètre sont donnés, par exemple pour l'établissement d'un jet d'eau.*

En supposant les mêmes conditions que dans l'exemple précédent, et en admettant que le niveau du réservoir supérieur soit à la cote de 25 mètres,

On aura simplement à retrancher la perte de charge totale de la conduite de la hauteur de la charge du réservoir, c'est-à-dire :

$$25^{m} - 15^{m}20 = 9^{m}80,$$

hauteur maximum à laquelle s'élèveraient les eaux à l'extrémité de la conduite.

Troisième exemple. — *Quel est, au maximum, le volume d'eau que l'on pourra débiter par seconde, avec une conduite de $0^{m}25$ de diamètre intérieur et une pente de $8^{mill.}66$ par mètre?*

Le chiffre $8^{m}66$ de la septième colonne de la table, qui comprend le diamètre donné, est 60; c'est-à-dire que le volume qui pourrait se débiter dans ce cas serait de 60 litres par 1″, soit

$$60 \times 60 = 3{,}600 \text{ par } 1',$$

et par conséquent

$$3{,}600 \times 60 \times 24 = 5{,}184{,}000 \text{ litres,}$$

c'est-à-dire plus de 5,000 mètres cubes par 24 heures.

Mais ce chiffre peut être sensiblement réduit si la conduite n'est pas exactement en ligne droite, si dans son parcours elle est obligée de suivre les sinuosités du terrain et par suite d'avoir des coudes plus ou moins prononcés.

TABLE RELATIVE AUX TUYAUX DE CONDUITE.

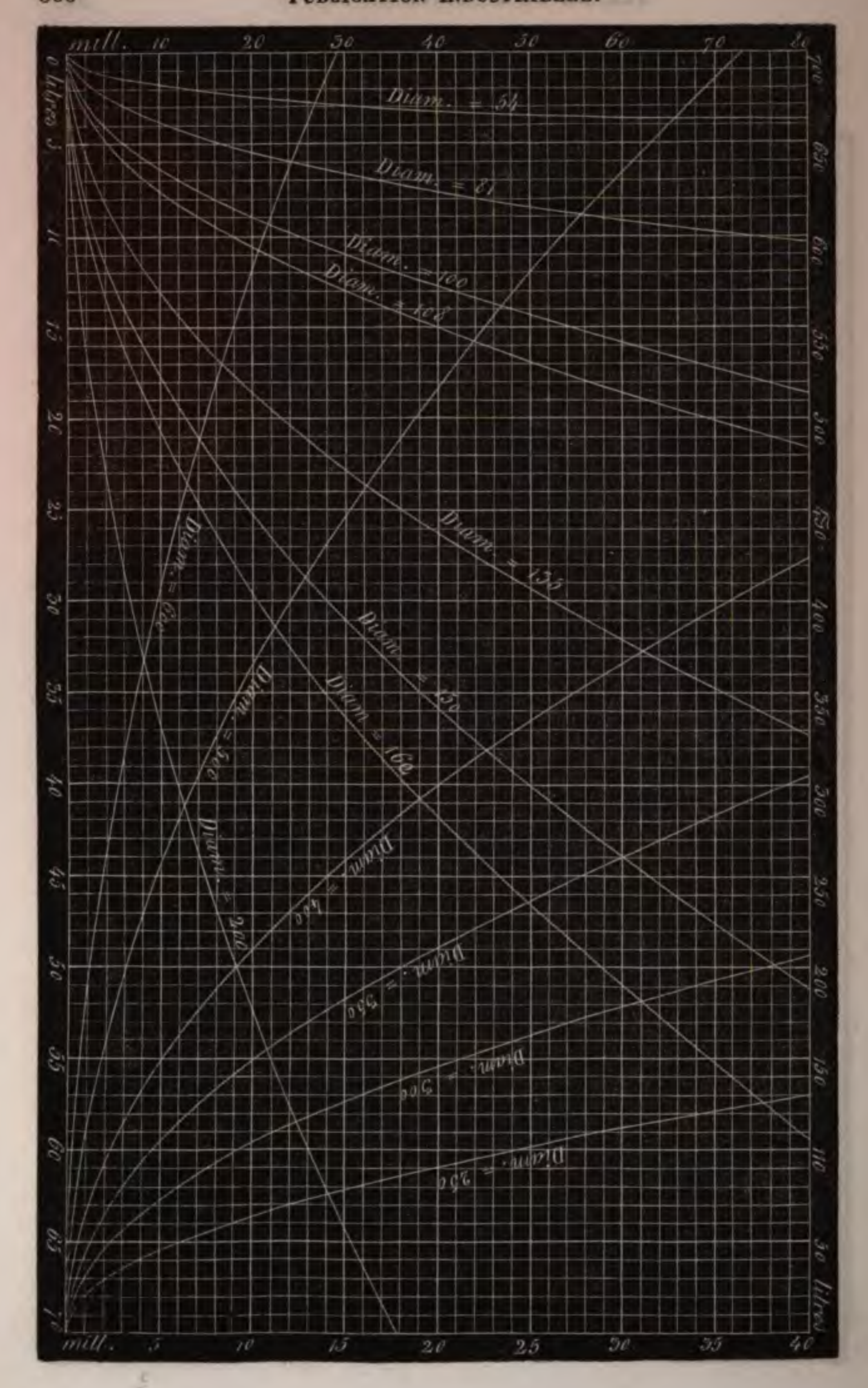
DÉBIT DES TUYAUX DE DIVERS DIAMÈTRES SUIVANT LA CHARGE PAR MÈTRE.

VOLUMES d'eau débités en litres par 1".	CHARGE PAR MÈTRE EXPRIMÉE EN MILLIMÈTRES pour des tuyaux dont les diamètres intérieurs sont de :					
	0m05	0m08	0m10	0m15	0m20	0m25
	millim.	millim.	millim.	millim.	millim.	millim.
0.1	0.14	0.02	0.01	»	»	»
0.5	2.16	0.26	0.10	»	»	»
1.0	7.93	0.87	0.31	»	»	»
1.2	11.25	1.20	0.43	»	»	»
1.4	15.15	1.59	0.57	»	»	»
1.6	19.63	2.04	0.72	»	»	»
1.8	24.69	2.54	0.89	0.14	»	»
2.0	30.32	3.10	1.08	0.17	»	»
2.2	36.53	3.72	1.29	0.20	»	»
2.4	43.32	4.38	1.51	0.23	»	»
2.6	50.69	5.11	1.76	0.27	»	»
2.8	58.63	5.89	2.02	0.31	»	»
3.0	67.16	6.72	2.30	0.35	»	»
3.5	91.00	9.05	3.08	0.46	0.13	»
4.0	118.45	11.72	3.97	0.58	0.16	»
4.5	149.52	14.73	4.97	0.72	0.20	»
5.0	184.20	18.09	6.08	0.87	0.23	0.09
5.5	228.90	21.88	7.32	1.04	0.27	0.10
6.0	264.39	25.84	8.66	1.23	0.32	0.12
7.0	»	34.98	11.68	1.64	0.42	0.13
8.0	»	45.49	15.16	2.11	0.54	0.19
9.0	»	57.38	19.09	2.64	0.67	0.24
10.0	»	70.64	23.47	3.24	0.82	0.29
12.0	»	101.31	33.58	4.60	1.15	0.40
14.0	»	137.49	45.50	6.20	1.53	0.53
16.0	»	»	59.23	8.03	1.98	0.68
18.0	»	»	74.76	10.11	2.49	0.85
20.0	»	»	92.10	12.42	3.04	1.04
25.0	»	»	»	19.24	4.69	1.59
30.0	»	»	»	27.55	6.68	2.25
35.0	»	»	»	37.35	9.03	3.03
40.0	»	»	»	48.63	11.73	3.93
45.0	»	»	»	61.40	14.78	4.94
50.0	»	»	»	75.76	18.20	6.06
55.0	»	»	»	»	21.96	7.31
60.0	»	»	»	»	26.05	8.66
65.0	»	»	»	»	30.53	10.14
70.0	»	»	»	»	35.35	11.73
80.0	»	»	»	»	46.05	15.25
90.0	»	»	»	»	58.16	19.24
100.0	»	»	»	»	»	23.69

SUITE DE LA TABLE RELATIVE AUX TUYAUX DE CONDUITE.

DÉBIT DES TUYAUX DE DIVERS DIAMÈTRES SUIVANT LA CHARGE PAR MÈTRE.

VOLUMES d'eau débités en litres par 1".	CHARGE PAR MÈTRE EXPRIMÉE EN MILLIMÈTRES pour des tuyaux dont les diamètres intérieurs sont de :					
	0m 30	0m 35	0m 40	0m 45	0m 50	m 60
	millim.	millim.	millim.	millim.	millim.	millim.
10	0.12	0.06	»	»	»	»
12	0.17	0.09	0.05	»	»	»
14	0.23	0.11	0.06	»	»	»
16	0.29	0.14	0.08	0.05	»	»
18	0.36	0.18	0.10	0.06	»	»
20	0.44	0.21	0.12	0.07	0.04	»
22	0.52	0.25	0.14	0.08	0.05	»
24	0.61	0.30	0.16	0.09	0.06	»
26	0.71	0.34	0.19	0.11	0.07	»
28	0.82	0.40	0.21	0.12	0.08	»
30	0.93	0.45	0.24	0.14	0.09	0.04
35	1.25	0.60	0.32	0.18	0.11	0.05
40	1.62	0.77	0.41	0.24	0.14	0.06
45	2.03	0.96	0.51	0.29	0.18	0.06
50	2.49	1.18	0.62	0.35	0.22	0.09
55	2.99	1.41	0.74	0.42	0.25	0.11
60	3.54	1.67	0.88	0.50	0.30	0.13
65	4.14	1.95	1.02	0.58	0.35	0.15
70	4.78	2.25	1.18	0.67	0.40	0.17
80	6.21	2.92	1.52	0.86	0.52	0.22
90	7.82	3.67	1.91	1.06	0.65	0.27
100	9.62	4.51	2.34	1.32	0.79	0.33
120	13.78	6.44	3.34	1.88	1.13	0.47
140	18.67	8.72	4.52	2.53	1.52	0.63
160	24.24	11.37	5.87	3.29	1.96	0.84
180	30.70	14.30	7.39	4.14	2.47	1.01
200	37.83	17.64	9.10	5.09	3.03	1.24
240	»	25.20	13.03	7.28	4.33	1.77
280	»	34.29	17.68	9.87	5.86	2.39
300	»	»	20.26	11.34	6.72	2.74
320	»	»	23.02	12.85	7.63	3.11
340	»	»	25.96	14.48	8.60	3.50
360	»	»	29.06	16.21	9.62	3.91
380	»	»	32.37	18.04	10.70	4.35
400	»	»	»	20.97	11.84	4.84
425	»	»	»	22.52	13.36	5.42
450	»	»	»	25.22	14.95	6.07
475	»	»	»	28.06	16.64	6.75
500	»	»	»	»	18.42	7.47
525	»	»	»	»	20.29	8.23
550	»	»	»	»	22.25	9.01
600	»	»	»	»	25.56	10.70


mill. 10 20 30 40 50 60 70 80
0 litres 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70
700 650 600 550 500 450 400 350 300 250 200 150 110 30 litres
Diam. = 54
Diam. = 81
Diam. = 100
Diam. = 108
Diam. = 135
Diam. = 66
Diam. = 150
Diam. = 162
Diam. = 500
Diam. = 200
Diam. = 400
Diam. = 350
Diam. = 300
Diam. = 250
mill. 5 10 15 20 25 30 35 40

Explication du tableau graphique. — Les lignes horizontales de ce tableau représentent la charge par mètre, exprimée en millimètres.

Les lignes verticales indiquent la dépense en litres.

Toutes les courbes tracées ne sont autres que des paraboles dont les lignes verticales qui limitent le tracé à droite et à gauche sont les axes, et les deux points *o* les sommets.

Ce tableau, quoique d'une dimension très-restreinte, nous a permis de donner, comme on peut le remarquer, presque tous les diamètres des tuyaux généralement employés, depuis 54 millim. jusqu'à 600 millim.

Pour arriver à ce résultat, nous avons changé les valeurs des lignes du quadrillé ; ainsi, pour les courbes dont les sommets sont à gauche, les distances entre les lignes horizontales représentent des charges de 2 millimètres en 2 millimètres jusqu'à 80 millimètres, et la distance entre chaque ligne verticale correspond à une dépense de 1 litre, jusqu'à concurrence de 70 litres. Toutes les paraboles tracées dans cette direction représentent des tuyaux de petits diamètres, puisque, en effet, la valeur des lignes verticales et la dimension du tableau ne permettent pas une dépense de plus de 70 litres, sous une pression maximum de 80 millimètres par mètre.

Comme, dès que la dépense d'eau devient plus considérable, les tuyaux augmentent de diamètre et que la charge par mètre diminue proportionnellement, nous avons changé également les valeurs du quadrillé ; ainsi, pour les courbes dont le sommet est à droite, les lignes horizontales représentent des charges de millimètre en millimètre jusqu'à 40 millimètres seulement, et la distance entre chaque ligne verticale, au contraire, correspond à une dépense de 10 litres, ce qui nous a permis d'étendre notre tableau jusqu'à 700 litres.

Usage du tableau. — *Soit à déterminer le diamètre d'une conduite de* 1,000 *mètres de longueur, capable de débiter* 60 *mètres cubes d'eau par heure ou* 16$^{\text{lit.}}$6 *par seconde, la charge totale étant de* 50 *mètres, ce qui fait* 5 *millim. de pente par mètre de longueur de conduite.*

On cherche sur la ligne horizontale inférieure du tableau, en allant de gauche à droite, la ligne verticale qui correspond au chiffre 16.6, donnant la dépense en litres par seconde. On suit cette ligne verticale jusqu'à la rencontre de la ligne horizontale indiquée par le chiffre 50 de la division de gauche ; on voit alors que le point de rencontre des deux lignes se trouve entre les deux paraboles représentant des tuyaux de 100 et 108 de diamètre. Mais comme ce point de rencontre est plus proche de la courbe calculée pour un tuyau de 108, on choisit ce dernier.

Comme on emploie le plus ordinairement des modèles de tuyaux que l'on trouve dans le commerce, qui sont ceux indiqués sur le tableau, il est toujours bon, quand le calcul donne un diamètre compris entre deux dimensions, de prendre le plus grand, à cause des dépôts et de l'oxydation qui s'y forment à la longue et qui diminuent naturellement la section intérieure.

S'il s'agit, par exemple, de déterminer le diamètre d'une conduite de **6,000** *mètres de longueur, capable de débiter* **150** *litres par seconde, la charge étant de* **25** *millimètres par mètre :*

On cherche sur la ligne horizontale supérieure le chiffre 150; on suit la ligne verticale qui correspond à ce chiffre jusqu'à sa rencontre avec la ligne 25 de la division de droite. L'intersection de ces deux lignes se trouve très-proche de la courbe représentant le diamètre 300. Ce tuyau permettra une dépense un peu plus considérable que celle indiquée par le calcul; mais, comme nous l'avons dit, il y a avantage à l'adopter.

Lorsque, sur un projet qui a été présenté à l'Empereur, en 1856, d'après nos propres indications, pour amener l'eau de la Seine à Villeneuve et à Saint-Cloud, on a exécuté tout récemment une grande conduite depuis les réservoirs de Marly jusqu'au château de Saint-Cloud, il s'agissait de savoir quel serait le diamètre des tuyaux que l'on adopterait (1) pour amener une quantité d'eau qui pourrait non-seulement servir aux besoins journaliers du château, du parc et de ses dépendances, mais encore desservir les communes environnantes, telles que la ville de Saint-Cloud, Sèvres, Ville-d'Avray, Marnes, Vaucresson et l'hospice Brezin. Nous avions, à ce sujet, calculé une table qui donne, pour les différents diamètres, les volumes d'eau débités par 24 heures, sous des charges différentes, depuis 4 jusqu'à 10 millimètres par mètre.

Il devient très-facile, au moyen du tableau précédent, de former une table semblable.

La longueur de la conduite principale est d'environ 9,300 mètres, depuis les réservoirs de Marly jusqu'au *Trocadéro*, dans le parc réservé de Montretout.

Le niveau de ces réservoirs est à 162 mètres au-dessus de l'étiage de la Seine à Bougival, et le sommet de Montretout est à 70 mètres environ au-dessus de la Seine à Saint-Cloud.

Nous avions trouvé que la différence de hauteur entre les réservoirs et le Trocadéro est approximativement de 77 mètres; par conséquent la pente moyenne est un peu plus de 8 millimètres par mètre, ce qui est considérable, et permet, comme on le voit, d'amener avec le tuyau de $0^{m}25$, qui a été adopté, un grand volume d'eau.

(1) On monte en ce moment, sous la direction de M. Dufrayer, ingénieur de la machine de Marly, sur l'emplacement même des anciennes roues de Louis XIV, trois grands moteurs hydrauliques destinés à faire marcher chacun quatre pompes pour élever d'un seul jet aux aqueducs 6 à 7,000 mètres cubes d'eau par jour.

La puissance hydraulique qui existe est capable, en l'utilisant complétement, d'en élever un volume double; elle se compose en effet d'une chute moyenne de $2^{m}50$, et de la moitié du débit de la Seine,

soit de 40 mètres cubes par seconde;

ce qui correspond à la force brute disponible de :

$$2,50 \times 40,000 \text{ kilog.} = 100,000 \text{ kilogrammètres.}$$

MÉTALLURGIE DU FER

FOUR A PUDDLER

A HAUTE TEMPÉRATURE

PAR

M. CORBIN-DESBOISSIÈRES, ancien maître de forges

(PLANCHE 25)

Nous avons promis, en publiant au commencement de ce volume le four à souder les rails et les gros fers, de M. Corbin-Desboissières, de donner dans ce Recueil, comme extrait de la *Thermotechnie appliquée aux arts industriels,* quelques-uns des nouveaux appareils métallurgiques que doit renfermer cet ouvrage.

Pour nous mettre à même de tenir notre promesse, M. Corbin-Desboissières a eu l'obligeance de nous communiquer les dessins d'un four à puddler, relevé sur l'un des nouveaux fours construits d'après ses instructions, et fonctionnant dans diverses usines depuis quelque temps déjà, et donnant d'excellents résultats.

A la communication de ces dessins, l'auteur a joint une note détaillée dans laquelle il entre dans des considérations nouvelles et méthodiques qui intéresseront, nous n'en doutons pas, tous les hommes compétents en métallurgie. Nous nous contenterons donc de donner cette note sans commentaire, en la faisant précéder d'une simple description du nouvel appareil, et celle-ci des procédés ordinaires employés maintenant pour le puddlage du fer. Ainsi nous mettrons sous les yeux de nos lecteurs, dans le même article, les deux procédés, ce qui leur permettra de mieux apprécier les différences qui existent entre eux, et les avantages que peut présenter la nouvelle méthode.

Nous allons nous aider, pour décrire les procédés ordinaires du puddlage, de l'intéressant *Traité de la fonte et du fer* par MM. Flachat, A. Barrault et J. Petiet, que nous avons déjà eu l'occasion de citer plusieurs fois.

DU PUDDLAGE.

Matières premières. — Le *puddlage* de la fonte, ou du fin-métal, s'opère dans des *fours à réverbère* chauffés à la houille, sous l'influence des mêmes agents que l'affinage dans les feux d'affinerie. La matière est mise en fusion sur la sole du four, brassée par la main de l'ouvrier, et exposée dans toutes ses parties à l'action du courant d'air que produit le tirage de la cheminée, ainsi qu'à celle des scories qui se forment ou que l'on ajoute pendant le travail.

Des fontes. — Les fontes se comportent à peu près de la même manière au puddlage qu'à l'affinage; dans l'un ou l'autre cas, les *fontes très-grises,* qui ne fondent qu'à une haute température, et qui deviennent immédiatement fluides, occasionnent toujours plus de travail et de déchets que les fontes *blanches ou truitées*, qui se maintiennent facilement à cet état pâteux où le carbone est facilement enlevé par l'oxygène de l'air; il arrive souvent par les mêmes raisons, que celles-ci donnent des produits de qualité très-inférieure à ceux des premières.

Le *fin métal*, de même que les *blettes grillées*, se puddle très-bien sans addition de scories riches; la fonte blanche ou truitée ne les réclame pas impérieusement, tandis que les fontes grises ne prennent nature que très-lentement, lorsque l'on ne peut pas faire intervenir des battitures pendant l'opération, parce qu'il n'y a qu'elles qui puissent agir efficacement sur le carbone pendant que le métal est en pleine fusion; les ouvriers sont même souvent obligés de projeter de l'eau dans le four pour refroidir le bain devenu trop fluide, et former en même temps de l'oxydule.

Ces différents motifs font préférer la fonte truitée à la fonte grise; mais il faut se garder de croire que cette dernière ne puisse donner de bons produits qu'à la condition d'avoir été convertie en fin métal. L'expérience prouve tous les jours le contraire, et il est certain que le finage n'est obligatoire que lorsque la fonte est phosphoreuse. La fonte grise doit même être préférée à la blanche, quand elles proviennent toutes deux de minerais ou de cokes sulfureux, parce qu'il est positif que la seconde contient toujours plus de soufre que la précédente.

En résumé, il faut se préoccuper avant tout de la *pureté du métal*, et ne s'occuper qu'en seconde ligne du plus ou moins de graphite ou de silice qu'il peut contenir, attendu que ces matières sont toujours éliminées avec beaucoup plus de facilité que le soufre et le phosphore.

La fonte à puddler est toujours préparée en *saumons* de 30 à 40 kilogr.; le fin métal est cassé en *plaquettes* de 20 à 25 kilog.

De la houille. — Bien que, dans le puddlage, le fer ne soit pas en contact immédiat avec le combustible, il en est toujours assez rapproché pour que sa qualité puisse être influencée par la nature de la houille, et il y a lieu d'éviter l'emploi de celles qui sont sulfureuses, chaque fois que l'on peut s'en procurer de plus pures. On choisit ordinairement des houilles à longue flamme, légèrement collantes, faciles à allumer, et se maintenant bien sur la grille; il n'est pas nécessaire qu'elles soient susceptibles de développer une haute température; le travail de la fonte ne l'exige pas. Le puddlage avec des charbons secs qui ne donnent pas de flamme (l'anthracite par exemple), est un problème à résoudre; on y arrivera sans doute en essayant de les faire brûler avec flamme par l'injection dans le foyer de courants de vapeur chauffée à une très-haute température, et en empêchant la décrépitation par les moyens connus.

DES FOURS A PUDDLER.

PARTIES CONSTITUANTES. — Avant de parler des avantages et des inconvénients que présentent les différentes espèces de fours à puddler que l'on emploie aujourd'hui, nous allons examiner la disposition générale de ces appareils, en considérant successivement le foyer et ses accessoires, l'autel, la sole, le flux, les revêtements et la cheminée.

Le *foyer* est disposé de manière à pouvoir brûler 70 à 90 kilog. de houille par heure, et on donne à cet effet une surface de $0^{m2}70$ à $0^{m2}90$ à la grille, dont les barreaux en fer plat reposent sur deux pièces en fonte; ils sont mobiles et peuvent être écartés ou même enlevés à volonté, afin que l'on puisse nettoyer la grille avec facilité, ou même la débarrasser entièrement, ainsi que cela se pratique quelquefois pendant le travail. Le chargement du combustible s'opère par une petite embrasure latérale, évasée de dehors en dedans et appelée *tocquerie;* sa plus petite section est d'environ $0^{m2}04$, et sa face intérieure est située à $0^{m}30$ ou $0^{m}35$ au-dessus de la surface de la grille, suivant l'épaisseur qu'il faut donner à la couche de houille pour la faire brûler convenablement.

Le fond du *cendrier* est ordinairement placé à $0^{m}80$ ou $1^{m}00$ de la grille; cet écartement est nécessaire pour donner un libre accès à l'air, et pour soustraire les barreaux à l'action de la chaleur, dégagée par les *escarbilles* qui s'en échappent. On a le soin de les éteindre fréquemment par une aspersion d'eau froide, et l'on a d'autant plus de raison d'opérer ainsi, qu'elles peuvent généralement servir de nouveau dans des foyers à combustion lente.

L'*autel*, ou la partie qui sépare le foyer de la sole, a pour principal objet de retenir les matières sur la sole, et de les soustraire à l'action directe du courant d'air. Sa face supérieure est à $0^{m}45$ ou $0^{m}50$ du fond de la grille, et à $0^{m}35$ environ de la voûte; de sorte que la section d'entrée de la flamme dans le four est à peu près la moitié de celle de la grille.

La *sole*, sur laquelle on place la fonte pour la faire fondre et la travailler, a ordinairement une surface triple de celle de la grille. On la fait quelquefois en *sable;* mais plus généralement en une seule plaque de fonte, recouverte d'une couche de *scories;* on ménage des vides sous cette plaque, afin de la rafraîchir par un courant d'air qui l'empêche d'entrer en fusion pendant le travail.

La *porte*, située vers la partie la plus large du four, présente une ouverture de $0^{m}40$ sur $0^{m}40$. On ne l'ouvre que pour introduire les saumons et retirer les boules; presque tout le travail se fait au moyen d'un petit orifice, ménagé à sa partie inférieure pour l'introduction des outils.

On établit ordinairement sous la plaque du châssis qui soutient la porte, un petit canal par lequel on peut (quand cela est obligatoire) faire écouler toute la matière qui se trouve en fusion sur la sole. Pendant le travail, il est simplement bouché avec de la terre.

La sole se rétrécit à partir de la porte, et se termine du côté de la cheminée par un muret en briques appelé le *petit autel*, par dessus lequel peuvent s'écouler les scories en excès qui surnagent au-dessus de la fonte; elles tombent dans un espace vide, muni d'un trou à sa partie inférieure, par lequel elles s'échappent à l'extérieur; c'est ce qu'on appelle le *flux* ou *chio.*

Au delà du *flux*, on établit fort souvent, surtout en France, un *petit four* dans

lequel on réchauffe les saumons avant de les porter dans le four de travail; on gagne ainsi 10 à 15 minutes sur la durée de chaque opération.

La *voûte* des fours va continuellement en s'abaissant depuis l'autel jusqu'au rempant, qui est la partie correspondante au flux : cette disposition est nécessaire pour maintenir une température à peu près égale sur toutes les parties de la sole; il faut, de plus, que la voûte soit fortement rabattue vers le flux, en partie pour maintenir la liquidité des scories, mais surtout parce que le meilleur moyen de bien faire chauffer un four est de faire *descendre la flamme* avant de l'envoyer à la cheminée; c'est un principe général constaté par l'expérience.

Revêtement des fours. — Tout l'intérieur des fours doit être construit en briques réfractaires de première qualité, revêtues d'un parement en briques ordinaires; et pour vaincre les effets de la dilatation, qui tendent à désunir les parois, on les consolide par des armatures en fonte, reliées en haut et en bas par des tirants en fer forgé. Dans les usines où l'on produit de la fonte à bon marché, on enveloppe le four tout entier de plaques de fontes jointives, boulonnées entre elles, et reliées par des tirants transversaux; ce mode de construction permet de diminuer un peu l'épaisseur de la maçonnerie, et donne à la construction la plus grande solidité.

Des cheminées. — Dans toutes les forges de construction un peu ancienne, chaque four a une cheminée indépendante de 12 à 14 mètres de haut; sa section, qui est la même sur toute la hauteur, est proportionnée à la quantité de combustible que l'on consomme, et se fait généralement égale au quart de celle de la grille; la plupart des fours à puddler, qui ont des grilles de 0m70 à 0m80 de surface, ont des cheminées dont la section est de 0m²20, ce qui équivaut à un carré de 0m45 de côté.

Toute la cheminée repose sur des *piliers en fonte*, assis sur une bonne fondation; sa paroi intérieure est en briques réfractaires et le revêtement en briques ordinaires. On met, dans le bas, une demi-brique réfractaire à l'intérieur et une brique ordinaire à l'extérieur; dans le milieu, une demi-réfractaire et une demi-ordinaire; dans le haut, une demi-réfractaire seulement. Quelquefois la cheminée ne porte de revêtements qu'aux angles; on ne peut, dans ce cas, y employer que de la brique réfractaire. Les trois parties de la cheminée sont armées, sur chaque angle, de deux barres longitudinales, saisies de mètre en mètre par des tirants transversaux, que l'on prolonge quelquefois de 0m36 à 0m40 à l'extérieur, pour y établir des échafauds de réparation.

Pour régler le tirage du four, on place à l'orifice supérieur de la cheminée un *registre* en fonte, muni d'une chaîne qui descend jusqu'au bas, et que l'ouvrier puddleur a toujours à sa disposition.

Le *grand entretien* qu'exigent des cheminées aussi légères a conduit les constructeurs de forges à supprimer les cheminées spéciales, et à diriger les fumées de tous les fours dans une *seule cheminée* de grande dimension que l'on place au centre de l'établissement. Cette disposition, fort souvent employée en Angleterre, exige peut-être plus de dépenses premières que la précédente; mais elle entraîne beaucoup moins de réparations courantes.

Des différentes espèces de fours. — On appelle *fours simples*, les fours a sole en sable ou en fonte qui ne sont munis que d'*une seule porte* de travail, et dans lesquels on ne peut, en conséquence, faire opérer qu'un seul puddleur à la fois; ce sont ceux qui sont le plus généralement employés, surtout en Angleterre. Les parois intérieures sont entièrement composées de briques réfractaires de premier choix, qui doivent, au moins, pouvoir résister à un travail continu pendant une semaine. Lors-

qu'on traite du fin métal ou des fontes truitées, dont la fusion n'exige pas une très-haute température, on peut même les laisser en feu pendant deux semaines; mais cette durée est un maximum que l'on n'atteint que dans les usines où les briques réfractaires sont d'excellente qualité.

Le service de ces fours exige :

Deux puddleurs payés à raison de 4 fr. à 5 fr. par tonne de fer brut.

Deux aides payés à raison de 1 fr. 50 à 2 fr. par tonne de fer brut.

Les quatre ouvriers se relèvent par postes de 8 à 12 heures, et traitent environ 180 kilogr. de fonte par opération.

Les fours doubles ne diffèrent des précédents qu'en ce que leur sole, assez vaste pour pouvoir y traiter facilement au moins 200 kilogr. de fonte, est munie de *deux portes*, par lesquelles on travaille simultanément. Leur service exige donc au moins quatre puddleurs et deux aides.

Cette espèce de four ne présente aucun avantage sur les fours simples, et n'est employée que dans les usines où l'on emploie la méthode champenoise.

Les *fours à courants d'air*, dits *fours bouillants*, ont la même forme que les fours simples; mais l'autel et les parois latérales, au lieu d'être faits en briques, sont formés de pièces de fonte creuses dans lesquelles on admet un courant d'air qui les empêche de fondre.

Le grand avantage qui en résulte, c'est que les formes de l'appareil se conservent intactes pendant tout le travail, et que l'on n'est plus exposé à ce que la silice des briques qui se rongent vienne se combiner avec le métal, et augmenter les déchets de l'opération. Cette disposition est particulièrement applicable aux fontes qui ne peuvent être traitées qu'à une haute température, c'est-à-dire aux *fontes grises;* elle facilite beaucoup leur affinage, en ce que la température peu élevée des parois de l'appareil s'oppose à ce que le bain de métal devienne entièrement fluide, et lui permet au contraire de rester assez longtemps à l'état pâteux. Les puddleurs font beaucoup moins usage des scories et d'eau dans les fours bouillants que dans les autres; ils produisent d'aussi bon fer avec moins de déchets et en moins de temps.

Les fours à courants d'air sont employés depuis peu de temps et ne sont même pas très-répandus. Leur usage a permis à l'usine du Creusot de se dispenser de l'opération du finage, sans altérer la qualité de ses produits, et nous les avons trouvés plus avantageux que les autres dans le puddlage des fontes grises au bois; nous croyons donc pouvoir les recommander, avec la conviction qu'on reconnaîtra partout leur supériorité, mais principalement dans les usines où l'on n'a pas de très-bonnes briques réfractaires, et où l'on traite des fontes au coke ou au bois dures à affiner.

Matériaux employés. — La construction d'un four à puddler, dit four bouillant, exige l'emploi des matériaux suivants :

Briques ordinaires		4,000 kil.
Briques réfractaires		3,200
Fontes : garniture intérieure	1,900 kil.	8,000 kil.
Foyer. — Portes	1,800	
Armatures extérieures	4,300	
Fers pour tirants et leviers		800 fr.
Façon du four		120

La cheminée du four n'est pas comprise dans les données précédentes.

TRAVAIL DES FOURS A PUDDLER.

Préparation de la sole. — Avant de pouvoir travailler dans un four, il faut en préparer la sole, qui peut être formée de sable ou de scories.

Les soles en sable se font en sable réfractaire aussi pur que possible, fortement battu sur une épaisseur de 0m15 à 0m20, et recouvert d'une couche de scories pulvérisées de 0m20 à 0m30 de hauteur. Au bout de 4 à 6 heures de feu, ces scories entrent en fusion, pénètrent la surface du sable et présentent ensuite une surface unie et dure, sur laquelle le ringard peut glisser sans peine.

On donne à la sole une forme légèrement concave vers le milieu ou plane et légèrement inclinée vers le chio, suivant que la nature de la matière à traiter exige la présence d'une plus ou moins grande quantité de scories : Le fin métal se puddle sur des soles planes; les fontes et surtout les fontes grises exigent des soles concaves.

Les soles en scories se composent d'une couche de scories concassées de 0m08 à 0m12 dépaisseur, étendues sur la plaque de fonte, et recouvertes quand on le peut d'une certaine quantité de battitures provenant du laminage. On donne un fort coup de feu pour mettre toutes ces matières en fusion pâteuse; on les tasse et on les égalise avec un *spadelle* (ringard terminé par une palette), et l'on obtient ainsi un fond uni d'une grande résistance, sur lequel le travail s'opère avec beaucoup plus de facilité que sur les soles en sable, en donnant des produits au moins aussi bons.

On recherche beaucoup en France les *scories d'affinage au charbon* pour la confection des soles des fours, et ce n'est qu'à leur défaut que l'on emploie les scories des fours eux-mêmes, parce que les premières donnent une sole beaucoup plus résistante et de plus longue durée que les secondes.

Lorsqu'une sole se détériore ou se fendille, de même que lorsque les parois se rongent pendant le travail, et à moins que les avaries ne soient très-graves, on n'arrête pas le four avant le jour de repos; on se contente de le réparer avec de la *terre réfractaire*, ou mieux encore avec de *la pierre calcaire*, que l'on place avec soin sur la partie endommagée; elle forme un enduit qui résiste bien au feu, et qui a l'avantage de saturer la silice, en diminuant le déchet et en améliorant la qualité du fer par son action sur le soufre.

Chargement et fusion du métal. — La charge d'un four ordinaire se compose de 180 à 200 kilogr. de fonte, que l'on a soin de placer, 20 à 25 minutes avant la fin de chaque opération, dans le petit four de réchauffage. On en retire les saumons à l'état rouge, au moyen d'une pelle plate, suspendue par une chaîne à une des poutres de la charpente ou à tout autre point fixe, et on les place dans le four à puddler près de l'autel.

On recharge la grille, on bouche la tocquerie avec de la menue houille, on ouvre le registre de la cheminée, on lute toutes les portes avec de la terre, et, au bout de 10 à 15 minutes, la fonte est prête à entrer en fusion. Le puddleur accélère cet effet en divisant les morceaux avec son ringard, et, lorsque toute la matière se trouve en *fusion pâteuse*, elle est prête à subir le travail de l'affinage.

Puddlage proprement dit. — La fonte étant amenée à l'état que nous venons d'indiquer (ou *réduite en sable*), le puddleur abaisse un peu le registre de la cheminée, et s'arrange de manière à maintenir la température du four, sans l'élever au point qui produirait une fusion complète. Il introduit son crochet (ringard dont

l'extrémité est recourbée) dans le four, par la petite ouverture de la porte; il y projette la dose de scories qu'il croit devoir employer, et brasse la matière avec force, de manière à en exposer successivement toutes les parties au courant d'air, et à les mélanger intimement avec l'oxydule de fer introduit ou déjà formé.

Quand la fonte est très-disposée à prendre nature, le puddleur augmente la température du four, pour l'empêcher de se coaguler avant son opération complète, et il évite les courants d'air trop actifs. Dans le cas contraire, il est souvent forcé de donner de l'air par la tocquerie ou par la grille, d'ajouter des battitures et de refroidir le bain, devenu trop fluide, par quelques injections d'eau froide, faites au moyen d'une cuiller en fer.

Lorsque l'opération marche bien, toute la masse, au bout de 20 à 25 minutes de brassage, ne tarde pas à prendre un aspect d'homogénéité qui fait dire aux ouvriers qu'elle est *fondue;* elle devient visqueuse, lourde à diviser, et bientôt on la voit entrer en une espèce d'*ébullition*, pendant laquelle le carbone vient se brûler à la surface du bain, en produisant de petites flammes bleues au-dessus de chaque bulle qui crève.

Au bout de cette période, qui dure 15 à 20 minutes, et pendant laquelle le bain, toujours activement brassé, est devenu plus fluide, la matière se *sèche*, se convertit en une infinité de grumeaux, et jette une lumière très-vive qui dénote un changement d'état : *la fonte est devenue du fer malléable.*

Confection des balles. — Le puddleur donne un coup de feu très-vif pour souder toutes les particules du fer; puis, après avoir fermé le registre pour éviter les courants oxydants, il divise la matière qui couvre la sole en plusieurs parties, les sépare pour les empêcher de se souder et en forme des masses qu'il arrondit en les roulant sur la sole, où elles ramassent toutes les portions de métal qu'elles rencontrent; il les presse fortement pour en exprimer le laitier, et finit par les réunir près de l'autel, au nombre de cinq ou six environ, suivant la grosseur des pièces que l'on veut obtenir.

Les ouvriers sont toujours disposés à faire peu de balles, parce qu'il en résulte moins de déchets et par conséquent plus de profits pour eux ; mais il est positif que le fer sort plus épuré du four quand on fait les balles petites.

Ce travail étant terminé, il ne reste plus qu'à donner un *dernier coup de feu* de quelques minutes, pour bien réchauffer les pièces, et à les traîner ensuite au marteau ou au laminoir, pour les cingler.

L'opération complète dure 1 h. 1/4 à 1 h. 3/4, suivant la nature de la fonte que l'on traite, de sorte que l'on fait environ 14 à 18 charges par 24 heures.

Produits et consommations. — Pour obtenir des produits de qualité constante et rendre le travail uniforme, ce qui est un point très-essentiel pour qu'il soit bien fait, il faut que les fontes livrées aux puddleurs soient toujours choisies de manière à donner un mélange de même nature; on compose, à cet effet, chaque charge en fonte blanche, en fonte grise, en fin métal (si l'on en fait), et en riblons (ferrailles et bouts de barres tombés à la cisaille), dans les proportions que l'expérience a fait reconnaître pour être les plus convenables.

La décarburation ne s'opérant jamais aussi bien dans les fours à puddler que dans les foyers d'affinerie soufflés, on n'obtient pas ordinairement des fers d'aussi bonne qualité dans les premiers que dans les seconds, surtout quand on traite des fontes pures. Lorsque l'on emploie des fontes impures, on observe souvent le fait contraire, c'est-à-dire que l'on obtient de meilleurs produits au puddlage qu'à l'affinage au char-

bon. Ce fait, dont nous sommes loin de garantir la généralité, peut être attribué à ce que, dans certains cas, la séparation des matières étrangeres, telles que le soufre et le phosphore s'effectue plus efficacement dans un four que dans un creuset; mais il n'en est pas moins fort difficile à expliquer.

Le *produit d'un four simple* est compris entre 2,400 et 3,400 kilogr. de fer brut par 24 heures, soit 60 à 85 tonnes par mois; il dépend essentiellement de la nature de la fonte et subsidiairement de la bonté du four, de celle du combustible et de l'habileté des ouvriers; l'adjonction aux fours à puddler d'un four à réchauffer les saumons peut faire faire deux opérations de plus par 24 heures et ne doit pas être négligée. En Champagne, un *four double*, muni d'un petit four, donne 90 à 100 tonnes par mois.

Il faut de 1,050 à 1,130 kilogr. de fonte pour produire 1,000 kilogr. de fer brut; le *déchet total*, tant au four qu'au cinglage, est donc de 1/10 environ.

Les *battitures*, qui tombent sous le marteau cingleur ou au laminoir, sont excessivement riches et sont employées par les puddleurs.

La *consommation de houille* varie dans des limites très-étendues, suivant sa qualité et la nature de la fonte : aux usines de Bradford (Angleterre), où l'on ne puddle que du fin métal. on consomme 700 kilog. par tonne de fer; à Decazeville, où l'on traite des mélanges de fonte au coke, de fonte au bois et de fin métal, on brûle de 700 à 900 kilogr. par tonne de produits.

Dans la Meuse on brûle pour la fonte au bois 650 à 700 kilogr. de houille de Sarrebruck; en Champagne (fers doubles), on ne brûle souvent que 530 à 550 kilogr. par tonne; à Vierzon (Cher) on consomme environ 640 kilogr. de houille de Commentry.

DESCRIPTION DU FOUR A PUDDLER A HAUTE TEMPÉRATURE REPRÉSENTÉ PAR LES FIG. 1 A 8 DE LA PL. 25.

La fig. 1 est un plan ou section horizontale faite à la hauteur de la ligne 1-2 du four à puddler, représenté en élévation fig. 2, à l'échelle de 1/30.

La fig. 2 est une section longitudinale suivant la ligne 3-4 du plan.

La fig. 3 représente ce même four en section transversale, faite par le milieu du foyer, suivant la ligne 5-6.

La fig. 4 le fait voir en projection latérale vue du côté de la grille.

La fig. 5 est une seconde section transversale passant par le milieu de la porte de travail, suivant la ligne 7-8 de la fig. 2.

Les fig. 6 et 7 sont les détails, à une échelle double des figures précédentes, des barreaux, de la grille et des crémaillères qui les soutiennent.

La fig. 8 représente en plan et en élévation le ringard ou pique-grille propre au décrassage des barreaux.

On peut reconnaître, à l'inspection de ces figures, que l'ensemble de ce four, comme les fours à puddler ordinaires, est construit entièrement en briques; ses parois extérieures sont revêtues de fortes plaques en fonte A, reliées entre elles par des montants verticaux B, qui sont réunis deux à deux à leurs parties supérieures par des boulons en fer *b*, et à leurs par-

ties inférieures par des clavettes engagées dans l'épaisseur des traverses méplates en fer *a*.

La voussure C est formée de larges briques réfractaires ; elle est inclinée d'un dixième environ, par rapport à l'horizontale, et va rejoindre, par une courbe assez sensible, le conduit D d'échappement des gaz, communiquant avec la cheminée d'appel. Ce plafond est en outre incliné dans le sens transversal, comme l'indique la fig. 5, de façon à ce que la hauteur de la chambre de travail soit un peu plus élevée du côté de la porte, en C'. On verra la raison d'être de cette disposition toute particulière dans les considérations sur la marche de ce four, qui suivent cette description.

Le foyer F de ce four est garni d'une grille composée de 16 barreaux E (fig. 6 et 7), en fer laminé et dressé, qui ont chacun 1 mètre de longueur, 16 centimètres de hauteur, 44 millimètres de largeur en haut, sur la face qui reçoit la houille, et 12 millimètres seulement à la base. Entre chacun de ces barreaux, un espace de 20 millimètres est conservé pour le passage de l'air nécessaire à alimenter la combustion. Pour maintenir la rigidité de ces écartements, de petits goujons sont fixés d'un bout dans les traverses méplates en fer *e* et *e'*, et de l'autre dans l'épaisseur de chacun des barreaux. Ces derniers, ainsi réunis, sont supportés par trois crémaillères en fer G, fixées par des équerres *g* sur les traverses *h*, et celles-ci sont encastrées à leurs extrémités dans l'épaisseur des murs verticaux ou pieds-droits en briques H et H', entre lesquels se trouve le foyer.

L'un de ces murs, celui de droite H, du côté de la face du four, es percé immédiatement au-dessus de la grille, et cette ouverture ou toc querie est garnie d'une pièce de fonte évasée I, dont la forme jointe à celle pratiquée dans l'épaisseur du mur, permet à l'ouvrier (comme l'indique bien le plan fig. 1), d'agir avec son ringard sur toute la surface de la grille, aussi bien au fond que près de la tocquerie.

Une seconde ouverture J est pratiquée dans l'épaisseur du mur H', du côté opposé à la première, et faite au-dessous de la grille, comme on peut le voir fig. 3. Elle sert à établir la communication entre le ventilateur V et le dessous du foyer.

L'axe *v* de ce ventilateur est muni d'une petite poulie *p*, commandée par une autre plus grande, à côté de laquelle se trouve montée, sur le même arbre, une poulie folle qui reçoit au besoin la courro de commande.

Au moyen de cette disposition, ou de tout autre transmission de mouvement analogue, l'ouvrier puddleur met en mouvement ou arrête à volonté le ventilateur, de façon à régler la marche du four en activant la combustion en temps utile et en la modérant suivant l'urgence.

On peut remarquer sur la vue de côté (fig. 4), que la plaque de fonte qui revêt extérieurement cette face du four, est ouverte sur cette face non-seulement pour laisser l'espace libre au cendrier K, mais encore afin de ménager au-dessus de la grille une petite ouverture rectangulaire *k*, pour le dégagement des crasses et faciliter le travail sur la grille ; de cette façon,

les extrémités des barreaux se trouvent complétement dégagés, ce qui permet d'introduire aisément entre eux le pique-grille représenté fig. 8.

Le creuset à puddler présente dans sa construction plusieurs particularités distinctes : la cuvette L est divisée en trois pièces, réunies par des boulons qui traversent les brides *l*, fondues avec elles. Cette pièce ainsi disposée repose tout simplement sur des équerres *a'* (fig. 5), venues de fonte avec les plaques latérales de revêtement, et sur des traverses méplates en fonte *b'* (fig. 2), encastrées dans la maçonnerie du four.

Une gargouille en fonte, composée de trois capacités M, M' et M^2, est simplement posée sur la cuvette, et deux tubes courbes (fig. 1) en cuivre rouge *m* et *m'* établissent la communication entre les trois capacités de la gargouille, et servent en même temps à les relier pour les rendre solidaires, sans empêcher pourtant les mouvements de dilatation et de contraction produits par les variations de température.

Deux robinets *r* et *r'* sont appliqués, sur le devant du four, aux compartiments de droite et de gauche de cette gargouille ; l'un est en communication avec un tuyau d'arrivée d'eau, et l'autre avec un tuyau de sortie, afin qu'il soit facile à l'ouvrier puddleur, qui a la clef de ces robinets sous la main, d'établir à volonté un courant d'eau plus ou moins rapide, pour refroidir facultativement les côtés du creuset.

Comme il pourrait arriver par un accident quelconque que la circulation de l'eau ne se produise pas parfaitement, par suite, par exemple, de l'obstruction des tubes de communication *m* et *m'*, un tuyau N est appliqué à chaque compartiment M, M' et M^2, pour laisser échapper la vapeur qui se produirait naturellement, et qui, faute de trouver une issue, ferait éclater les côtés de la gargouille. Un thermomètre *o* (fig. 5) peut être placé sur l'un des tuyaux pour faire connaître l'élévation de la température de l'eau, et par suite permettre de régler, autant que possible, celle des parois de la gargouille.

Cette dernière est ouverte sur le devant pour recevoir la pièce en fonte *q*, qui présente la forme d'un goulet avançant en dehors de la façade, pour faciliter l'extraction du laitier. Au-dessus de cette pièce est placée une petite plaque en fonte *s* (fig. 5), sur laquelle vient reposer la porte de travail S. Celle-ci est en fonte, garnie de briques, et son centre est percé d'un trou *s'*, arrondi au sommet, et entouré par une forte épaisseur de fonte ; cette ouverture est garnie de bon fer, pour éviter son agrandissement par le crochet que l'ouvrier appuie sur les côtés pour brasser la matière.

Ce trou du crochet est fermé pendant la fusion de la fonte par la petite plaque *t*, percée elle-même d'un petit trou, pour permettre à l'œil de plonger dans l'intérieur du four et se rendre compte de l'état de la fonte.

Pour l'entrée des saumons dans le four et la sortie des boules, la porte de travail S est suspendue à une chaîne *u*, et celle-ci est attachée à un secteur en fonte T, à l'aide duquel on opère le soulèvement de la porte.

A cet effet, le levier qui termine ce secteur est monté sur un support arqué en fer U, et son extrémité est terminée par un crochet, auquel on suspend un contre-poids qui fait équilibre à la porte.

Le four à puddler, disposé comme nous venons de le décrire, se met en train suivant la méthode ordinaire; mais pour en obtenir les meilleurs résultats possibles, la sole doit être faite avec du riblon.

Nous n'entrons pas dans plus de détails sur la disposition d'ensemble et sur la construction de ce nouveau four à puddler, parce que les considérations théoriques et pratiques qui suivent vont compléter la description qui précède.

CONSIDÉRATIONS THÉORIQUES ET PRATIQUES

SUR LE FOUR A PUDDLER A HAUTE TEMPÉRATURE

PAR M. CORBIN-DESBOISSIÈRES

L'attraction et l'affinité chimique furent considérées, jusqu'à l'époque actuelle, comme étant l'effet de la même force naturelle inhérente à la matière pondérable. Cette erreur, qui retenait la chimie dans des voies inextricables, est enfin détruite; il est aujourd'hui parfaitement prouvé que toutes les combinaisons des éléments de la matière se font atome à atome, d'une manière éternellement invariable, comme le montre la table des équivalents chimiques.

Les mêmes corps composés par les mêmes éléments, suivant des proportions variables, ne sont donc pas chimiquement combinés, mais seulement alliés; telle est en effet la fonte de fer, qui contient le carbone suivant des proportions indéfiniment variables entre deux et six pour cent.

De l'expérience il résulte que le carbone est d'autant mieux fixé dans le fer qu'il s'y est étendu sous une plus forte température et s'est refroidi plus lentement; qu'il y tient au contraire d'autant moins et s'en dégage ainsi avec d'autant plus de facilité qu'il s'y est fixé sous une température plus basse et refroidi plus promptement.

Ainsi, la carburation du fer est seulement un effet physique; son affinage est, au contraire, une opération chimique, qui consiste à chauffer assez la fonte pour que son carbone puisse se mouvoir, se dégager et se combiner avec l'oxygène pour former du gaz oxyde de carbone ou de l'acide carbonique.

La fonte de fer peut donc se réduire sous la basse température qui la maintient seulement à l'état pâteux. De ces faits bien observés, mais trop souvent mal interprétés, faut-il conclure qu'un four à puddler, maintenu à la température du rouge cerise clair (1000°), affinera utilement la fonte?

Ce four décarburera et réduira parfaitement la fonte; mais le métal qui était allié avec le carbone, constituant sa solidité mécanique, sera seule-

ment délié et disséminé. Pour lui rendre ses propriétés physiques, il faudra donc réunir et souder, les unes sur les autres, ses particules amalgamées avec le laitier; pour être parfaite, cette opération doit se pratiquer sous la plus haute température possible, ce qui revient à dire qu'un four à puddler chauffe toujours assez pour affiner la fonte, mais qu'il doit encore, *à volonté*, chauffer plus fortement que le four soudant ordinaire, puisqu'il doit ramener à l'état homogène les agrégats métalliques, dont la capacité, pour la chaleur, est en partie neutralisée par le protoxyde (laitier) qui les enveloppe.

Voilà les principales raisons d'être du four à puddler à haute température que représente la planche 25, et des nombreux appareils d'affinage du fer qui formeront une partie essentielle de la *Thermotechnie appliquée*.

Quelques exemples sont nécessaires pour justifier les précédentes définitions.

La supériorité du fer d'affinerie (fer martelé au bois) est généralement attribuée aux propriétés chimiques du charbon de bois, qui ne contient aucune des substances capables de vicier le fer et que la houille dégage; mais en réalité les excellents effets du fer d'affinerie sont principalement dus à la haute température qu'il dégage (1800°), température que le four à puddler ne peut pas fournir et que la brique ordinaire ne pourrait pas d'ailleurs soutenir.

Pour reconnaître l'exactitude de ce fait, il suffit d'affiner la fonte dans le four à puddler et d'*avaler* le fer brut, ainsi obtenu à la houille, dans le feu d'affinerie au bois; le fer brut à la houille, ainsi traité, acquérera toujours en refondant sur lui-même, sous le feu excessif des tuyères, l'homogénéité et les autres propriétés physiques qui caractérisent le fer d'affinerie au bois; mais il est évident que le charbon de bois ne peut, dans cette opération, modifier l'état chimique du fer brut, c'est donc à la haute température du feu d'affinerie qu'il faut attribuer les excellentes qualités physiques de ses produits. Il est évident, par cela même, que le four à puddler produit du fer d'autant plus fort qu'il soutient un degré de chaleur plus élevé.

La carburation de la fonte étant, dans tous les cas, proportionnelle au degré de chaleur sous lequel elle s'est constituée, il est évident que, pour se réduire, elle doit être exposée liquide dans un milieu moins chaud que ne l'était le creuset du haut-fourneau dans l'instant où il l'a produite.

La très-haute température du four à puddler que nous examinons devant au moins égaler celle de la fonderie de fer et des hauts-fourneaux dans lesquels le métal, loin de s'affiner, se carbure, apparaît donc comme une contradiction, comme un obstacle devant empêcher l'affinage; mais, dans le four à puddler, comme dans le feu d'affinerie, la fonte se réduit, quel que soit le degré de la chaleur ambiante, par les réactions physico-chimiques du protoxyde de fer (laitier), dans lequel elle est étendue et plongée, puisque, en effet, ce protoxyde lui cède l'oxygène nécessaire pour

acidifier et dégager son carbone, en même temps qu'il la tient, nonobstant la haute température de l'appareil, au faible degré de chaleur correspondant à sa capacité. C'est ainsi que l'eau, sous la pression atmosphérique, n'atteint et ne peut communiquer aux corps qu'elle recèle que 100°, quelle que puisse être la puissance du foyer de combustion qui la chauffe.

La capacité pour la chaleur, ou plus exactement le pouvoir de s'échauffer, inhérent au protoxyde de fer (laitier), correspondant exactement à la température sous laquelle la fonte de fer s'affine parfaitement; l'insuffisante qualité de nos briques réfractaires est donc le seul obstacle réel qui empêche de porter le four à puddler au haut degré de perfection qui, en le rapprochant du feu d'affinerie au bois, peut doubler la qualité de ses produits.

Dès à présent nous pouvons cependant, avec la brique ordinaire, améliorer, suivant une incroyable proportion, l'allure de cet appareil, en pratiquant les modifications ci-dessus décrites, qui conservent le mode de travail maintenant adopté. Nous considérons, en effet, le four dont il s'agit comme l'intermédiaire qui doit faciliter l'adoption des méthodes rationnelles d'affinage de la fonte de fer, méthodes qui sont décrites dans l'ouvrage inédit précédemment rappelé.

Pour dégager et maintenir dans le four à puddler que nous examinons la haute température nécessaire, il a d'abord été muni d'une grille équivalente à celle des fours à souder ordinaires. Cette disposition facilite un affinage parfait; cependant l'expérience a bientôt prouvé qu'elle était encore insuffisante pour souder parfaitement les agrégats métalliques, en les ramenant à l'état homogène. De là, la nécessité de la ventilation libre (fig. 1, 3 et 4), qui permet au puddleur d'élever assez le degré de chaleur de l'appareil pour souder réellement le fer puddlé.

Il n'est pas nécessaire de construire le four ventilé dont il s'agit pour expérimenter ses raisons d'être et apprécier nettement leur efficacité; il suffit de réchauffer dans un bon four à souder les boules de fer brut affiné dans un four à puddler ordinaire. Par cette décisive expérience, ce fer est complétement modifié; il acquiert toujours l'homogénéité, la ductilité et la force qu'il ne prend jamais, qu'il ne peut pas prendre dans le four à puddler non ventilé, parce que ce four ne peut pas atteindre le degré de chaleur correspondant au fer fort.

Le four à puddler ordinaire aspire par le trou toujours ouvert de son crochet (fig. 2) une forte quantité d'air; l'agrandissement, par le frottement du crochet et du ringard, de ce trou percé dans la fonte, n'inquiète pas le puddleur, parce qu'il entend sans cesse répéter que l'air ainsi introduit facilite l'affinage et détruit le gaz pernicieux (sulfureux) qui vicie le fer. Cependant l'air qui traverse ainsi le four ne sert qu'à le refroidir et à oxyder le métal : il est évident et prouvé par l'expérience, que la fonte de fer étendue et plongée dans le protoxyde (laitier) ne peut pas être atteinte et réduite par l'air, qui, après avoir franchi la porte, loin de s'étendre

dans l'appareil, suit la paroi C (fig. 2), pour atteindre l'échappement D; par ces mêmes motifs, il est sans action utile pour réduire les gaz sulfureux. Mais en considérant justement que la capacité pour la chaleur de l'air atmosphérique égale celle du gaz acide carbonique qui remplit les fours et les maintient à leur température normale, on reconnaît que l'aspiration du four à puddler, par sa porte de travail, n'est et ne peut être qu'une cause très-considérable de refroidissement et d'oxydation qu'il importe de neutraliser autant qu'il est possible.

Ce résultat s'obtient, dans le four à puddler que nous examinons, par l'effet d'une modification si simple, qu'il est nécessaire de la signaler spécialement pour la faire remarquer. Cette modification n'est donc que la faible inclinaison de la voussure du four de C′ en C sur le pied-droit apposé à sa porte de travail, conformément à la fig. 5. Cette disposition, qui apparaît comme une erreur de dessin, force la flamme à tourner sur la porte de travail S, en repoussant l'air extérieur qui tend à la franchir.

Pour éviter l'agrandissement du trou de crochet *s′*, percé dans cette porte en fonte, il convient, comme il est dit dans la description, de le garnir avec du bon fer.

Pour expérimenter ces rectifications, aussi simples qu'utiles, il n'est pas nécessaire de les exécuter; on constate plus nettement leur efficacité en facilitant, dans le four à souder, la même aspiration d'air, aspiration qui renverse en effet son allure en le refroidissant et en oxydant le fer, qui ne se soude plus utilement.

Les puddleurs, comme les marteleurs (affineurs au charbon de bois), montent, rectifient et gouvernent leurs fours en les garnissant encore, dans le plus grand nombre des forges, avec des crasses (silicate de fer). En pratiquant l'encrassage, ils donnent justement aux bords de la cuvette la forme arrondie d'un chaudron; cette excellente disposition maintient la fonte sous l'action directe du crochet à angle droit, qui l'atteint et la triture dans tous les sens, de manière à faciliter sa parfaite réduction : mais l'encrassage n'a aucune solidité, il se perce, se crevasse et se déforme au contraire très-promptement.

Pour le remettre et le maintenir en bon état, il faut absolument employer des terres qui fondent plus ou moins promptement, se décomposent et vicient ainsi le fer, qui se combine avec le silicium, pour lequel il a une forte affinité.

L'affinage sur crasses présentant ainsi continuellement des difficultés, des pertes de temps et des produits de mauvaise qualité, les maîtres de forges ont, depuis longtemps, étudié et pratiqué les moyens de le supprimer; de là les fours bouillants, plus justement nommés aujourd'hui fours à gargouille.

Employées d'abord dans les forges qui obtiennent la houille à bas prix, les gargouilles des fours à puddler furent et sont encore rafraîchies par des courants d'eau excessifs; de là une consommation énorme de houille,

'mation qui a justement effrayé les maîtres de forges, retardé et 'er, dans le plus grand nombre des usines françaises, l'excellente ' l'affinage sur la fonte : affinage qui, bien compris et judicieu-'ué, n'exige pas, relativement, une plus grande dépense de rce qu'il abaisse les frais généraux en régularisant la fabri-.itant la quantité des produits et en assurant la supério-,ualité.

.idifier les gargouilles en fonte dans les fours à puddler, on donne .it à l'épaisseur de leurs parois et à toutes leurs autres dimensions .s proportions excessives, qui ne peuvent servir qu'à doubler et même tripler leur prix de revient. Ces précautions, toujours inutiles, peuvent même être dangereuses ; ce n'est pas le poids de ces appareils qui peut, comme dans les constructions mécaniques, augmenter leur solidité, c'est leur installation qui doit, à cet effet, faciliter dans tous les fours la dilatation et la contraction de la fonte. Les funestes effets de ces réactions physiques étant évités, il suffit de tenir à discrétion, sous la main des puddleurs, l'eau ou seulement le vent forcé, pour qu'ils dirigent aussi sûrement qu'utilement les fours à gargouille.

Le four représenté planche 25 présente un exemple de construction de la gargouille à puddler, exemple que nous recommandons à l'attention des maîtres de forges : divisée en trois pièces reliées par des tubes extérieurs en cuivre rouge, cette gargouille est installée, comme le montre bien les fig. 1 et 2, de manière à ce que toutes ses parties puissent se dilater et se contracter sans se toucher et sans rencontrer les obstacles rigides capables de déterminer leur rupture.

Le laitier qui tapisse les trois compartiments de l'appareil les unit et les ferme en effet, de manière à en former un vase rigide et cependant élastique. Telles sont les dispositions qui permettent de ramener aux plus solides et plus économiques dimensions possibles les gargouilles des fours à puddler ; l'inclinaison des parois sur le bord extérieur de la cuvette facilite l'adhérence du laitier et le travail du puddleur.

En chargeant la fonte froide dans le four à puddler à haute température, les ouvriers travaillent autant qu'il est possible ; ils ne pourraient donc accélérer le puddlage, en utilisant un petit four, qu'autant qu'ils auraient un aide en plus. Ainsi posée, la question du chauffage préalable de la fonte se résoudrait par des prix de revient variables comme ceux de la main-d'œuvre et de la houille, qui pourrait être ainsi mieux utilisée ; mais de tout ce qui précède, il résulte certainement que le four puddlant à haute température doit au moins chauffer comme le four soudant. Mais ce dernier four, construit avec la brique de la meilleure qualité connue, serait bientôt brûlé, s'il n'était pas incessamment rafraîchi par le fer chargé froid. Le chauffage préalable de la fonte dans l'affinage à haute température n'est donc pas utilement praticable.

De l'expérience, il résulte que le four à puddler, maintenu à la plus haute

température possible, augmente invariablement la qualité du fer et diminue les déchets suivant une proportion variable entre 3 et 5 p. 100. En tenant compte seulement de cette dernière différence, le puddlage sur fonte dépense réellement moins que le puddlage ordinaire.



GRANDE MACHINE A RABOTER LES MÉTAUX

CONSTRUITE PAR M. CALLA

Nous venons de visiter et de voir fonctionner avec un grand intérêt dans les ateliers de M. Calla, à La Chapelle Saint-Denis, une belle et forte machine à planer, qui, certainement, surpasse en dimensions toutes celles que l'on a exécutées jusqu'ici.

Cette machine, destinée aux arsenaux de la marine impériale, peut, en effet, raboter des pièces de 5 mètres de largeur et de 7 à 8 mètres de longueur; par conséquent, elle pourra dresser des surfaces de 30 à 40 mètres carrés.

Son poids total est de 38,000 kilogrammes, ou 38 quintaux métriques.

Elle ne se distingue pas seulement par ses grandes proportions et par sa puissance exceptionnelle, mais encore par ses dispositions particulières, par une combinaison nouvelle de mécanisme, et par la simplicité de ses mouvements.

Ainsi le chariot, qui est mobile, tandis que la pièce est fixe, fonctionne à l'aide de deux longues et fortes vis parallèles, à filets carrés, qui se logent sous les nervures longitudinales des deux grands côtés de la machine. A l'aide d'un toc appliqué à l'une des extrémités et en dehors de la base du chariot, et de taquets mobiles ajustés sur une longue tringle, communiquant à une bascule à contre-poids d'un bout, et à un levier et des fourchettes d'embrayage de l'autre, les changements de direction de marche s'effectuent à la fin de chaque course en faisant passer successivement les deux courroies motrices, dont l'une est croisée, sur la poulie fixe de commande, placée entre deux poulies folles de même diamètre, mais plus larges de jante.

Sur le même chariot sont rapportés quatre porte-outils indépendants, dont deux sur une face, et les deux autres sur la face opposée. Le mécanisme de ces porte-outils est tel qu'ils peuvent toujours fonctionner deux à la fois, et raboter soit des surfaces horizontales, soit à volonté des surfaces verticales.

L'intérieur de la machine est complétement libre, de sorte que l'on peut y loger des pièces de toutes dimensions, quelle que soit d'ailleurs leur hauteur entière, parce qu'il suffit de creuser le sol à la profondeur voulue.

M. Calla exécute également pour la marine un grand tour parallèle, qui ne le cède en rien non plus aux autres appareils de ce genre, et d'une longueur plus considérable encore que la nouvelle machine à planer.

MACHINES A VAPEUR

MACHINE DOUBLE OU A DEUX CYLINDRES

FONCTIONNANT ENSEMBLE OU SÉPARÉMENT

SYSTÈME A HAUTE PRESSION ET A DÉTENTE VARIABLE

CONSTRUITE ET EN ACTIVITÉ A PARIS

aux ateliers du chemin de fer de Lyon

(PLANCHE 26)

Malgré le grand nombre et la variété des dispositions imaginées pour la construction des machines à vapeur, nous voyons encore surgir de temps en temps de nouvelles combinaisons. Toutes sont loin d'être heureuses, à la vérité, on s'aperçoit souvent que les inventeurs n'ont fait que combiner des changements sans importance, des transpositions d'organes ou de pièces accessoires qui, loin d'améliorer le type qu'ils ont choisi, ne font quelquefois que nuire à son fonctionnement, à sa solidité ou à son rendement comme effet utile.

Il ressort pourtant, nous devons l'avouer, de tous ces essais, même les moins heureux, des enseignements qui servent aux progrès, et dont savent profiter, à l'occasion, les hommes spéciaux et compétents, pour apporter des perfectionnements réels, soit dans la construction, soit dans la disposition générale, soit enfin pour des cas particuliers qui dépendent du travail à produire et des circonstances locales.

Ce sont surtout ces dernières considérations qui doivent guider l'ingénieur, le constructeur ou l'industriel, dans le choix d'un système de machines; car, si dans la plupart des cas il est de bonne économie de rechercher le type avec lequel on dépense le moins de combustible, il en est d'autres où il est préférable d'adopter celui qui, quoique dépensant un peu plus, permet de simplifier la construction des organes, de diminuer le

nombre des pièces, et par suite évite une partie des frais d'entretien, et surtout les réparations, toujours trop fréquentes. Ces réparations, en dehors de ce qu'elles peuvent coûter en argent, amènent naturellement un chômage forcé dans l'atelier ou l'usine, lequel est bien autrement onéreux au propriétaire, et lui fait perdre en un jour le fruit d'une économie de plusieurs mois.

Pour éviter cet inconvénient, quelques grandes usines sont pourvues de machines de rechange; mais cela nécessite un double emplacement, une transmission particulière, des manchons d'embrayage, etc.

La machine représentée sur la planche 26 a l'avantage d'éviter tous ces inconvénients; sa construction est très-simple, et pourtant ses formes sont très-élégantes, comme on peut le voir; elle est à deux cylindres et à double mouvement, pouvant être accouplés et fonctionner ensemble au besoin, et séparément. Elle marche à haute pression et elle est à détente variable, réglée par le régulateur même; sa force nominative est de 60 chevaux, et toutes les pièces dont elle est formée présentent une telle solidité que l'on peut doubler cette force aisément sans la fatiguer.

Les deux cylindres sont inclinés à 45 degrés, et en sens contraire, de sorte que leurs axes sont perpendiculaires l'un à l'autre. Cette disposition, qui a été appliquée antérieurement pour des appareils de navires à vapeur, et en particulier par M. Cavé, dès 1838, présente l'avantage de mettre les pistons à vapeur de telle sorte que, lorsque l'un est au milieu de sa course, l'autre se trouve à l'extrémité, ce qui évite complétement les *points morts* quand les deux machines fonctionnent ensemble.

Cette machine offre en outre cet avantage que, l'arbre de transmission pouvant être actionné par un seul cylindre, on peut faire à l'autre toutes les réparations nécessaires sans entraîner l'arrêt de tous les outils qu'elle met en mouvement.

Cette combinaison est due aux ingénieurs de la compagnie du chemin de fer de Lyon, M. Leconte, ingénieur en chef du matériel et de la traction, et M. Delpech, ingénieur du matériel et directeur des ateliers à Paris.

M. Delpech, avec le désir de nous être agréable et celui de rendre service à l'industrie, nous a autorisé à relever la machine entière, et a bien voulu mettre à notre disposition, pour faciliter notre travail, quelques-uns des dessins qui ont servi à l'étude de cette machine.

Cet appareil fonctionne depuis deux ans environ aux ateliers de la Compagnie, où il met en mouvement les nombreux outils qu'ils renferment. Il a été construit complétement dans les ateliers mêmes, sous la direction et par les soins de M. Delpech, et nous avons pu nous assurer que rien n'a été négligé dans l'exécution de cette machine; les détails aussi bien que l'ensemble ne laissent rien à désirer.

DESCRIPTION DE LA MACHINE DOUBLE REPRÉSENTÉE PL. 26.

La fig. 1 représente en élévation de face, à l'échelle de 1/30e, cette machine toute montée, moitié vue extérieurement et moitié en section;

La fig. 2 est une section horizontale du bâti, faite à la hauteur des cylindres à vapeur;

La fig. 3 est une section transversale faite par le milieu, suivant la ligne 1-2 de la fig. 1;

La fig. 4 fait voir de côté le cylindre à vapeur ramené dans un plan vertical, et avec lui les tiroirs de distribution et de détente;

La fig. 5 est une projection verticale, correspondante à la figure précédente, du mouvement du tiroir de détente;

La fig. 6 est une projection horizontale des arbres de distribution;

La fig. 7 indique, en coupe verticale, l'assemblage du volant avec les poulies de transmission;

La fig. 8 est un détail en section, à une échelle double des figures précédentes, du mécanisme qui transmet les mouvements variables du régulateur aux tiroirs de détente de la vapeur;

La fig. 9 est un détail de l'assemblage de la tige du tiroir de détente, indiquant, au moyen d'une aiguille sur un secteur gradué, le degré de la détente.

DISPOSITION GÉNÉRALE. — Le bâti de cette machine se compose de deux montants verticaux A et A′, réunis par des nervures *a*, et fondus d'une seule pièce avec une plaque horizontale évidée A². Celle-ci est munie de renflements *a′*, percés et traversés par de forts boulons qui fixent solidement le bâti sur le massif en pierres de taille B, servant de fondation à l'ensemble de la machine.

Les deux côtés latéraux de ce bâti sont inclinés l'un vers l'autre à 45°, pour recevoir les glissières des tiges des pistons, ainsi que les arbres de distribution et de détente, et la plaque A² est relevée de chaque côté perpendiculairement à cette inclinaison pour recevoir les couvercles des deux cylindres C et C′, qui y sont fixés chacun par quatre forts boulons *b*.

Un socle peu élevé en fonte F, arrondi aux deux bouts, entoure la plaque d'assise A² du bâti; il est composé d'une série de pièces fondues avec des oreilles *f* et *f″* (fig. 1), les premières servent à réunir ces pièces entre elles au moyen de boulons et d'écrous, et les secondes à fixer le socle sur le massif. Un plancher de fonte mince striée *f′*, composé de plusieurs plaques assemblées bout à bout et découpées pour épouser les formes des cylindres et de la plaque d'assise, vient s'appuyer sur l'épaisseur du socle et recouvre complétement la fosse B′, de sorte que les engrenages d'angle du régulateur, la transmission de mouvement des tiroirs de détente, ainsi que les tuyaux et la boîte d'arrivée de vapeur se trouvent cachés et à l'abri de la poussière.

Le montant A′, qui se trouve dans le second plan du bâti, est un peu plus élevé que celui A, et il présente à son sommet une surface plane dressée sur laquelle est fixé, par deux boulons *d*, le palier D qui supporte l'extrémité de l'arbre de transmission E. L'autre extrémité de cet arbre, en dehors du volant V et des doubles poulies P et P′, est soutenue par un fort palier en fonte, à embase élevée, fixé dans l'épaisseur d'un mur qui sépare l'atelier des machines-outils de celui des forges.

Le volant, dont le moyeu a 50 centimètres de largeur, est calé tout près de ce dernier palier, et les six bras qui réunissent la jante au moyeu sont fondus chacun avec deux renflements *v* (fig. 7), percés pour recevoir les boulons reliant les deux doubles poulies P et P′ avec le volant, de façon que les trois pièces, en réalité, n'en forment qu'une seule. A cet effet, jante de chaque poulie est fondue avec six oreilles *p*, renflées et consolidées par une nervure. Les deux renflements dont chacune de ces oreilles est munie, sont percés et correspondent avec ceux *v*, fondus avec les bras du volant, de sorte que les mêmes boulons, qui sont au nombre de douze, relient à la fois, comme nous l'avons dit, les deux poulies avec le volant.

On peut placer quatre courroies sur les deux poulies, parce qu'en réalité chaque poulie en forme deux, par suite de l'évidement ou gorge *p′* (fig. 7), qui les sépare. Cette gorge, contrairement à l'impression que l'on reçoit tout d'abord au premier examen, opère beaucoup mieux la séparation des deux courroies et les maintient plus sûrement à leur place respective, que si on avait fondu une joue en saillie. Dans ce dernier cas, comme l'expérience l'a démontré, la courroie, rencontrant un obstacle, vient s'appuyer sur la joue et monte par dessus, à moins pourtant que celle-ci ne soit très-haute et dans un rapport déterminé, et par le diamètre des poulies, et par l'effort qu'elles transmettent; mais comme il y aurait toujours frottement inutile de la courroie contre la joue, il est bien plus naturel de la supprimer au moyen de la simple gorge de séparation dont nous venons de parler.

Cylindres et distributions. — Comme le mécanisme de chacun des cylindres, distribution, détente et communication de mouvement, est complétement semblable, nous ne ferons qu'indiquer les mêmes pièces par les mêmes lettres, et tout ce que nous dirons des uns sera naturellement applicable aux autres.

Chaque cylindre est fondu avec sa boîte de distribution C^2, son couvercle *c* et les oreilles *c′*, servant au passage des boulons *b* reliant le cylindre avec la plaque d'assise du bâti, qui, à cet effet, est inclinée en a^2 (fig. 1 et 2) perpendiculairement à l'axe de la tige du piston, et est en outre percée pour livrer passage à un bourrelet ménagé au couvercle, autour de l'ouverture centrale qui y est pratiquée.

Dans cette ouverture est ajustée la boîte à étoupe *g*, garnie d'une bague en bronze en deux pièces, qui permet l'introduction de l'extrémité renflée *h* de la tige du piston G. Pour la même raison, le presse-étoupe *g′*

est également muni d'une garniture en bronze en deux pièces, retenues par deux petites vis, comme on peut le voir en examinant la section du cylindre, à droite de la fig. 1.

L'extrémité renflée de la tige du piston est tournée un peu cône pour s'assembler avec la tête à fourche *h'* (fig. 1 et 3), dans laquelle elle est retenue solidement par une forte clavette. Cette tête *h'* reçoit et retient entre ces branches, au moyen de brides clavetées, un petit axe à collet *n* garni à ses deux extrémités des coulisseaux en bronze *i*, qui se meuvent dans deux glissières parallèles.

Les guides en fonte I, qui forment la partie supérieure des glissières, sont montés sur les côtés inclinés à 45° du bâti, lequel est fondu à cet effet avec des saillies ou portées a^2, perpendiculaires à ses côtés, pour recevoir les boulons clavetés *i'*, qui fixent les guides supérieurs. Ceux inférieurs sont formés de bandes de fer aciéré *j*, rapportées au moyen des boulons i^2, sur les côtés dressés du bâti même. Les guides supérieurs I sont disposés pour recevoir les supports doubles en fonte J, dans lesquels sont ajustés les arbres *k* et *k'*, qui commandent, l'un le tiroir de distribution, et l'autre le tiroir de détente. Chaque support J est en deux pièces, avec coussinets en bronze serrés par quatre boulons et fixés au moyen de deux clavettes et de deux écrous sur la face dressée des guides I.

Un support simple, que l'on ne voit pas sur le dessin, parce qu'il est caché par le support double J, est fixé sur les montants A' du bâti, et il soutient l'extrémité de l'arbre *k*, qui est prolongé, comme l'indiquent les fig. 3, 4 et 6, pour recevoir la petite manivelle *l*. Celle-ci est forgée avec un tourillon sur lequel vient s'attacher la fourchette de la barre d'excentrique L. Cette barre, comme on peut le remarquer sur la fig. 3, est un peu inclinée pour aller rejoindre l'excentrique proprement dit L', qui est double, c'est-à-dire muni de deux gorges, pour recevoir les deux colliers en bronze *l'* des barres L, commandant ensemble ou alternativement les deux tiroirs de distribution. Cet excentrique a 18 centimètres de course et est calé à angle droit, par rapport à la manivelle M, sur l'arbre de transmission E.

Le bouton de cette manivelle reçoit un coussinet en bronze qui occupe toute sa longueur, et sur lequel sont montées les deux bielles motrices N et N' : celle de droite est à fourche, comme l'indique la fig. 3; la seconde, de gauche, est à assemblage simple, et vient justement se placer entre la fourche de la première. Les petites têtes de ces bielles, opposées aux précédentes, sont ajustées simplement à bride et à clavette, chacune sur leur axe respectif *n*, au milieu de la tête à fourche *h'* attachée à la tige du piston.

L'extrémité de chaque axe *n*, prolongé en dehors du coulisseau qui se meut entre la glissière du second plan, est garnie d'une petite pièce en bronze ajustée entre les branches du levier K du tiroir de détente. La tête de ce levier est clavetée à l'extrémité de l'arbre *k'*, et il est forgé avec une ouverture assez grande et d'une forme telle qu'il puisse

se mouvoir librement sans rencontrer l'arbre de distribution k, comme on peut s'en rendre compte à l'aide du tracé en lignes ponctuées (fig. 5).

Le tiroir de distribution T est entouré d'un cadre forgé avec une double tige en fer t, qui traverse deux *stuffing-box* fondus avec la boîte C^2. L'extrémité supérieure de cette tige est réunie à la petite bielle O, et celle-ci au petit levier k^2 forgé avec l'arbre k, qui est actionné directement, comme on l'a vu, par l'excentrique L, fixé sur l'arbre de commande, et dont la barre, terminée en fourche, vient s'attacher sur le levier l, rapporté à l'extrémité de l'arbre k.

La petite bielle O est composée de deux barres méplates en fer entretoisées au milieu, et réunies à la tige t par l'intermédiaire d'une petite pièce carrée de fer o (fig. 1), munie de deux tourillons filetés. Ces derniers sont engagés dans l'œil qui termine les barres, et des écrous serrent celles-ci de chaque côté sur la pièce carrée o, tandis qu'une vis maintient l'extrémité de la tige t solidement fixée dans cette même pièce.

RÉGULATEUR ET DÉTENTE. — Le régulateur est placé dans cette machine d'une façon très-heureuse : son axe se trouve, comme on voit, juste au milieu et entre les deux montants A et A′ du bâti, sous la nervure du milieu a, à laquelle est fixée une petite douille q, recevant l'extrémité supérieure de l'arbre Q.

Tout le mécanisme qui forme l'ensemble de ce régulateur est supporté par une chaise Q′, fondue avec deux bras engagés et scellés dans le massif en pierre B. Une crapaudine q' est ajustée au centre de cette chaise, pour recevoir le pivot en acier fixé à l'extrémité inférieure du prolongement de l'arbre Q, comme on le voit sur le détail fig. 8.

Les tringles R, auxquelles sont suspendues les deux boules du régulateur, sont guidées par des segments q^2, et reliées, suivant la méthode ordinaire, par deux branches articulées, à une petite tige centrale r', qui monte et descend sous l'influence de l'écartement et du rapprochement des boules. Cette tige est réunie à un manchon en fonte r (fig. 8), au moyen d'une clavette qui passe dans une rainure pratiquée dans la douille, au centre de laquelle passe la tige r', de sorte que celle-ci peut se mouvoir librement dans le sens vertical, indépendamment de la douille, et pourtant être entraînée avec celle-ci dans son mouvement de rotation. Ce mouvement lui est communiqué par l'intermédiaire de la paire de roues d'angle R′ et de la petite poulie p^2 (fig. 3), commandée par celle P^2 calée sur l'arbre principal de transmission E.

Le manchon r' est placé, comme on peut le remarquer sur les fig. 1 et 8, entre quatre roues d'angle qui engrènent ensemble. Les deux roues horizontales S et S′ sont montées folles sur la douille du régulateur, et elles sont fondues chacune avec deux ergots en saillie diamétralement opposés l'un à l'autre. Une enveloppe en tôle en deux pièces, formant double brides en saillie, entoure le manchon en fonte r', et la partie prolongée (haut et bas) de cette double bride présente deux espèces de dents s (fig. 8), qui

sont disposées pour rencontrer, à un moment déterminé, les deux ergots fondus avec les deux roues S et S′.

Il résulte de cette disposition que, quand la machine marche à la vitesse normale pour laquelle elle est réglée, les boules du régulateur décrivent un cercle autour de l'axe Q d'une amplitude telle, que la tige centrale *r* et par suite le manchon *r′* se trouvent maintenus entre les deux roues S et S′.

Dans cette position, les dents *s* de son enveloppe ne se trouvent en contact ni avec les ergots de la roue supérieure, ni avec ceux de la roue inférieure, et conséquemment aucun mouvement ne leur est communiqué; mais, aussitôt que les boules du régulateur se rapprochent ou s'écartent, le manchon monte ou descend, et alors les dents s'engagent entre les ergots de la roue S ou de celle S′, et l'une ou l'autre est entraînée (1).

Ces roues, comme on le voit sur les fig. 1, 2 et 8, engrènent avec les deux roues semblables S^2, de sorte que ces dernières tournent tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, suivant qu'elles sont commandées par la roue supérieure S ou par celle inférieure S′.

Les roues S^2 sont clavetées à l'extrémité de longs arbres horizontaux U, qui sont munis à leur extrémité opposée d'un pignon *u*, engrenant avec une roue d'angle U′. Celle-ci est montée sur un petit arbre, muni en outre du pignon *u′* qui commande la roue V, montée à l'extrémité de la tige *v* du tiroir de détente.

Le moyeu de cette dernière roue est percé d'un trou carré dans lequel glisse et traverse la tige *v*, et une gorge est pratiquée dans sa hauteur; celle-ci est entourée par un collet en bronze en deux pièces, ajustées dans le support en fer *v′* fixé sur le côté de la boîte de distribution.

Au moyen de cette combinaison, la roue V peut entraîner la tige *v* dans son mouvement de rotation, qui lui est communiqué de gauche à droite ou inversement, comme nous l'avons vu, sans empêcher cette tige d'opérer son mouvement de va-et-vient, qui lui est transmis à chaque révolution de l'arbre moteur.

Cette transmission de mouvement est obtenue, comme il est dit plus haut, par l'intermédiaire de l'arbre *n*, mû directement par la tige du piston, de la coulisse à fourche K, fixée à l'extrémité de l'arbre à manivelle *k′* (fig. 4, 5 et 6), et par la petite bielle à double fourche V′, qui est reliée d'une part à la manivelle de l'arbre *k′*, et de l'autre à la tige *v*.

Cette réunion avec la tige a lieu au moyen d'une pièce en fer *x* (fig. 4 et 9), forgée avec deux tourillons filetés pour recevoir les écrous qui retiennent

(1) Dans le principe, M. Delpech avait appliqué un manchon, terminé à chaque extrémité par une partie conique femelle, qui correspondait à deux cônes mâles, fondus avec les roues S et S′. L'entraînement soit de l'une, soit de l'autre de ces roues était alors obtenu par friction, et des ressorts à boudin, renfermés à l'intérieur du manchon creux, avaient pour mission de décoller les cônes chaque fois qu'une variation du régulateur le rendait nécessaire. Cette disposition, par suite de la trop grande délicatesse du mécanisme, nécessitait souvent des réparations, ce qui l'a fait remplacer avantageusement par celle représentée sur le dessin fig. 1 et 8.

de chaque côté les deux branches de la fourchette. L'extrémité de la tige *v*, engagée dans la pièce *x* (fig. 9), est filetée pour engrener avec un petit disque denté monté sur un axe et muni d'une aiguille. Derrière celle-ci est placé un secteur fixe *x'*, sur lequel des divisions gravées indiquent les degrés de la détente par dixième de la course du piston, depuis le point zéro jusqu'à obstruction complète des orifices d'émission du tiroir de distribution.

On doit reconnaître, par cette première disposition, que c'est le système très-simple de détente variable de M. Meyer que l'on a adopté et qui, depuis longtemps, est appliqué avec succès dans un grand nombre de machines à vapeur. Ce sont deux plaques de métal ou tiroirs *t'*, munis chacun d'un renflement fileté en sens inverse; dans l'un le pas est à droite, dans l'autre le pas est à gauche. La tige *v* qui traverse ces renflements est filetée de même, de sorte que quand, par suite des variations de vitesse du régulateur et par la transmission de mouvement que nous avons décrite, cette tige *v* tourne de gauche à droite, par exemple, les deux tiroirs de détente s'éloignent l'un de l'autre d'une même quantité; et, au contraire, ils se rapprochent quand la tige tourne en sens inverse, c'est-à-dire de droite à gauche.

ADMISSION DE LA VAPEUR ET MARCHE DE LA MACHINE. — L'arrivée de la vapeur dans les boîtes de distribution C^2 de chacun des cylindres a lieu par les tuyaux X, dont les brides sont boulonnées, d'une part, aux renflements c^2, fondus avec les cylindres, et d'autre part, de chaque côté d'une boîte en fonte X' (fig. 1 à 10), fondue non-seulement avec deux brides correspondantes à celles des tuyaux, mais encore avec une troisième, qui leur est perpendiculaire. Sur cette dernière est boulonnée le coude Y, muni du tuyau en communication directe avec le générateur.

La boîte X', en regard des tubulures qui correspondent aux deux cylindres, est en outre fondue avec deux cloisons intérieures *w* (fig. 10), percées chacune de deux ouvertures rectangulaires. Les surfaces dressées de ces cloisons reçoivent les tiroirs *w'* et w^2, qui y sont maintenus appliqués par des ressorts méplats fixés sur des cadres forgés avec les tringles *y* et *y'*. Ces dernières traversent les *stuffing-box* du couvercle de la boîte d'arrivée de vapeur, et ensuite un double guide *z'* boulonné sur celui-ci.

Une tige *z*, terminée en forme de T, pour recevoir les extrémités des deux tringles *y* et *y'*, est reliée à un levier de mise en marche à manivelle Z, qui a son centre d'oscillation fixé sur le côté du bâti. Un secteur à ressorts, comme ceux des leviers de changement de marche des machines locomotives, retient le levier Z dans la position levée ou baissée. Dans le premier cas, par exemple, les deux tiroirs, ou un seul à volonté, comme nous l'expliquerons bientôt, laisse à découvert les orifices ménagés dans les cloisons *x* de la boîte X de l'arrivée de vapeur, et celle-ci peut alors pénétrer librement dans les boîtes de distribution C^2. Dans le second cas, au contraire, le levier Z étant baissé, les orifices *w* se trouvent fermés,

et la vapeur ne pouvant plus pénétrer dans les boîtes de distribution, il y a naturellement arrêt complet.

Maintenant, comme c'est le cas le plus ordinaire, quand la machine ne marche qu'avec un seul cylindre, celui de gauche ou de droite indifféremment, on fait manœuvrer l'un ou l'autre des tiroirs séparément, afin de pouvoir diriger la vapeur vers le cylindre qui doit fonctionner.

Ce résultat est obtenu d'une manière très-simple : il suffit de retirer la goupille qui retient la tringle *y*, par exemple (fig. 1), fixée avec le T de la tige *z*, et d'introduire cette goupille dans un trou pratiqué au guide *z'*, de manière à fixer celui-ci avec la tringle *y*. Cette dernière devient alors fixe, et naturellement avec elle le tiroir *w'* qui lui correspond, et il n'y a plus que celui w^2 (fig. 10) qui est relié à la tige *y'*, que l'on peut soulever en agissant sur le levier de mise en train Z.

On comprend qu'il suffit de faire l'inverse pour faire fonctionner le tiroir *w'* et retenir en place celui w^2.

Ce mode de fixation, au moyen d'une goupille, du guide avec la tige du tiroir, offre le double avantage d'assurer la fixité de celui-ci, et sa tige sert, en outre, de guide au T, qui soulève alors bien parallèlement le second tiroir, sans fatiguer la garniture de sa boîte à étoupe.

Nous venons de voir comment, au moyen du levier de mise en marche Z et des tiroirs contenus dans la boîte X', on peut distribuer la vapeur soit à l'un, soit à l'autre des cylindres. La bielle de celui qui doit fonctionner reste naturellement attachée au bouton de la manivelle M et à la tige du piston correspondant, tandis que l'autre bielle est enlevée, ainsi que le collier de la barre d'excentrique donnant le mouvement au tiroir de distribution, du cylindre qui n'est pas appelé à fonctionner.

Nous avons vu également que la machine se réglait d'elle-même automatiquement, pendant sa marche, au moyen du régulateur qui agit sur les tiroirs de détente *t* et *t'*.

La machine est réglée, comme nous l'avons dit, pour faire faire 60 révolutions par minute à l'arbre de transmission E; avec cette vitesse, une pression de 5 atmosphères dans la chaudière, que l'on peut constater sur le manomètre métallique M' du système Bourdon, fixé sur la partie centrale de face du bâti, et une détente de 1/5ᵉ, ou si l'on veut une admission de vapeur dans le cylindre pendant le premier cinquième de la course du piston, la force nominale que chacun des cylindres peut donner est estimée à 30 chevaux; mais en faisant varier la détente jusqu'aux 3/5ᵉˢ de la course du piston, par exemple, en augmentant la vitesse et en faisant monter la pression de la vapeur jusqu'à 6 atmosphères, on peut très-aisément doubler cette force, ou au moins faire marcher chaque cylindre dans de très-bonnes conditions avec une puissance de 50 chevaux, sans fatiguer les pièces qui ont été calculées pour effectuer ce travail.

Il est facile de reconnaître par le calcul que ces résultats sont exacts; et à cet effet, pour permettre de faire les opérations nécessaires, nous

allons donner les dimensions principales de la machine. Nous ne croyons pas utile d'effectuer ces calculs, ayant montré suffisamment dans les volumes précédents de ce Recueil les règles pratiques et les tables qui permettent de les faire aisément avec une grande rapidité.

DIMENSIONS PRINCIPALES DE LA MACHINE.

Diamètre de chaque piston	0m500
Superficie *id.*	0m.q. 1963
Course *id.*	0m700
Volume engendré par coup simple	0m.c. 127
Vitesse moyenne de rotation par 1′	60 tours.
Id. linéaire des pistons par 1″	1m400
Volume engendré par chaque piston dans le même temps.	0m.c. 254
Pression de la vapeur dans la chaudière	5 atm.
Longueur des bielles motrices	1m775
Rapport de cette longueur au rayon de la manivelle, environ	5 : 1
Angle d'inclinaison des cylindres	45 degrés.
Course des excentriques de distribution	0m180
Diamètre du volant	4 000
Épaisseur de la jante	0 130
Largeur dans le sens du segment	0 260
Vitesse à la circonférence par 1″	12 566
Diamètre des poulies motrices	2 800
Largeur de chaque double couronne	0 500
Hauteur de la plaque de fondation à l'arbre moteur	2 100
Diamètre de cet arbre dans les tourillons	0 200
Longueur totale de la machine, cote prise entre les deux arbres de commande des tiroirs de détente	6 350

MACHINES A TRAVAILLER LE BOIS

MACHINE

PROPRE A RABOTER ET PLANER LES MADRIERS, LONGERONS, ETC.

Par M. F. CALLA

CONSTRUCTEUR-MÉCANICIEN A LA CHAPELLE-SAINT-DENIS, PRÈS PARIS

(PLANCHE 27)

Les organes travailleurs des machines à raboter le bois sont généralement composés, comme on sait, de bouvets de diverses formes, montés au moyen d'un manchon sur un *arbre horizontal* animé d'un mouvement de rotation continu, pendant que la pièce de bois, placée au-dessous, chemine sur un chariot, de façon que le rabotage ait lieu longitudinalement suivant les fibres du bois. De ce genre est la machine à dresser, rainer, et à faire les languettes de M. Cart, que nous avons publiée dans le xe volume de ce recueil, ainsi que les machines envoyées à l'Exposition universelle de 1855, par M. Sautreuil, de Fécamp, celles de l'usine de Graffenstaden que nous publierons bientôt, et celle de M. Munro, du Canada, que nous avons également cru devoir dessiner à cause des différentes conditions qu'elle remplit, de M. Nelson-Barlow, de New-York, etc., etc.

La machine construite par M. Calla, qui a bien voulu nous communiquer ses dessins d'exécution, repose sur un principe différent, les bouvets et les rabots sont fixés sur un grand plateau porte-outils monté à l'extrémité d'un *arbre vertical*, qui reçoit un mouvement de rotation rapide pendant que la pièce de bois avance lentement; la superficie de celle-ci est alors enlevée, non plus longitudinalement suivant les fibres du bois, mais obliquement suivant des portions de cercle.

Dans le 1er volume de ce recueil, nous avons publié une machine de M. Cartier propre à tailler les queues ou les tenons des dents de bois pour engrenages, qui fonctionne sur ce principe; toutefois les lames tra-

vaillent non-seulement par leur arête inférieure, comme le font les machines que nous allons examiner, mais encore par le bout qui est également à arête vive.

Une machine qui a beaucoup plus d'analogie avec celle de M. Calla, est celle de M. W. Furness, de Liverpool, dont le Conservatoire des Arts et Métiers s'est rendu acquéreur à l'Exposition universelle de 1851.

La machine de M. Calla s'en distingue cependant par sa disposition générale et par sa meilleure construction. Établie dans de grandes dimensions, elle se fait surtout remarquer non-seulement par sa parfaite exécution, mais encore par ses combinaisons particulières, et de plus par la grande quantité de travail qu'elle produit dans un temps donné; car son grand plateau porte-outils permet de raboter deux longueurs ou deux madriers à la fois.

Un tel système est surtout avantageux dans les établissements qui fabriquent les wagons et les voitures des chemins de fer, ou qui exécutent les charpentes et les menuiseries de bâtiments sur une certaine échelle.

Un constructeur anglais, M. William Roddin, à Montréal (Canada), avait aussi envoyé à l'Exposition de 1855 une machine à raboter les plateaux de bois, à axe vertical, mais construite comme celle de M. Furness, sur des dimensions beaucoup plus restreintes que celle de M. Calla et non-susceptible par suite de rendre les mêmes services.

DESCRIPTION DE LA PLANEUSE DE M. W. FURNESS, REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 1 A 4 DE LA PL. 27.

La fig. 1 représente en élévation extérieure au 1/10 de l'exécution, le porte-outils de cette machine.

La fig. 2 en est un plan horizontal.

La fig. 3 une section transversale passant par l'arbre de commande.

La fig. 4 indique en élévation et en plan, à une échelle double des figures précédentes, l'un des bouvets ou outil travailleur.

La machine acquise par le Conservatoire est construite très-économiquement et on peut dire un peu grossièrement; son bâti est complétement en bois; le chariot sur lequel est placé le bois à planer glisse sur deux rails parallèles en fer; il est muni en dessous, au milieu, d'une crémaillère commandée par un pignon qui reçoit son mouvement de l'arbre vertical, par l'intermédiaire d'une roue et de plusieurs poulies à deux étages, dont les diamètres sont calculés pour pouvoir varier l'avancement du bois suivant sa nature, afin que sa vitesse soit en rapport avec celle des outils *a*.

Ces outils, au nombre de deux, comme on peut le remarquer fig. 1 et 2, sont fixés par des étriers *b* dans des rainures rectangulaires pratiquées à chaque bout du porte-outils en fonte A, monté à l'extrémité de l'arbre vertical B. Celui-ci tourne dans deux collets ménagés au milieu d'un châssis en fonte, dont on ne voit sur les figures 1 et 3 que la traverse inférieure C.

La traverse supérieure est munie d'un fort écrou traversé par une vis à l'aide de laquelle on fait monter et descendre, à volonté, le châssis, et par suite on règle la hauteur des outils suivant l'épaisseur de la pièce de bois à dresser.

Comme l'arbre vertical B, à l'extrémité duquel est fixé le porte-outils, monte et descend avec le châssis, au lieu de fixer simplement vers son milieu une poulie pour recevoir le mouvement de l'arbre principal de commande, on a appliqué un cylindre en bois P garni de cuir, qui occupe presque la totalité de la hauteur comprise entre les deux traverses horizontales du châssis, de sorte que le cylindre peut toujours transmettre le mouvement au porte-outils, quelle que soit la hauteur de ce dernier et sans que la courroie de commande change de place; elle ne fait alors qu'entourer le cylindre P, à une distance plus ou moins rapprochée des traverses inférieure ou supérieure du châssis.

Le bois est maintenu sur le chariot mobile au moyen d'un disque D (fig. 1), dont le centre est placé dans l'axe même du porte-outils, de sorte que ceux-ci travaillent en décrivant un cercle autour de ce disque (comme l'indiquent les flèches fig. 2). Il est réuni au châssis par des tringles méplates en fer D', qui passent dans des guides C' fixés aux traverses. Dans l'épaisseur de ces guides sont pratiquées des ouvertures allongées pour le passage des boulons, afin de permettre de rapprocher ou d'éloigner à volonté les deux tringles D', qui sont réunies de la même manière avec le disque; cette disposition a pour but d'éviter que leur partie coudée *d* ne gêne le passage du bois quand la largeur du madrier est plus grande que le diamètre du disque. Pour maintenir ce dernier en pression sur le bois, sans cependant l'empêcher d'avancer avec son chariot, un levier à main attaché à la partie supérieure des guides D', est disposé sur le côté droit du châssis, et il est muni d'encoches qui permettent de l'arrêter à la hauteur convenable.

Les outils *a*, comme l'indique le détail fig. 4, présentent un taillant arrondi, incliné assez sensiblement en surface gauche, de façon à n'entamer le bois que graduellement. Alors la portion en saillie est d'abord enlevée, par le pied de l'outil, près de sa tige carrée où le taillant est le plus élevé, le plus fort et le moins sensible; puis arrive naturellement dans le mouvement de rotation le taillant mince et élargi *a'* (fig. 4), qui enlève plus profondément en polissant la surface.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A RABOTER ET PLANER DE M. CALLA, REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 5 A 14, PL. 27.

La fig. 5 représente cette machine en projection verticale, vue extérieurement de côté, avec ses chariots et leurs guides.

La fig. 6 en est un plan horizontal vu en dessus.

La fig. 7 est une vue de face, en supposant que le massif en maçonnerie

soit coupé, afin de laisser voir les roues d'engrenages intermédiaires qui servent à régler la hauteur des outils.

La fig. 8 est une section horizontale faite à la hauteur de la ligne 1-2 de la fig. 7.

Les fig. 9, 10 et 11, sont les détails sur une plus grande échelle, d'un rabot et de la manière dont il est fixé sur le porte-outils.

Les fig. 12, 13 et 14, montrent en détail une des gouges et son mode de fixation sur le plateau.

Disposition générale de la machine. — L'examen de ces figures doit suffire pour faire remarquer l'extrême simplicité de cette machine et surtout le petit nombre de pièces qui la composent, par rapport au travail qu'elle exécute, puisqu'elle rabote à la fois, comme on le verra bientôt, deux madriers montés sur deux chariots parallèles marchant inversement l'un à l'autre. Ainsi, le bâti est fondu d'une seule pièce; il présente deux forts bras verticaux C réunis au sommet par une traverse horizontale C', et à la base par la plaque d'assise C^2 fixée solidement sur le massif en maçonnerie, au moyen de huit forts boulons.

Trois collets D, D' et D^2, également fondus avec le bâti, sont disposés pour recevoir l'arbre vertical B et sa crapaudine mobile B'. Le collet inférieur D est réuni par une double nervure avec le dessous de la plaque d'assise; il contient un fort écrou en bronze traversé par la vis B', et maintenu par un chapeau serré par quatre boulons à écrou. Le collet intermédiaire D' est réuni avec le dessus de la plaque d'assise par des nervures fondues avec les deux paliers à doubles branches E et E' (fig. 7 et 8), qui supportent l'arbre horizontal F transmettant le mouvement aux chariots G et G'. Enfin, le collet supérieur D^2 ménagé au milieu de la traverse C', reçoit comme le deuxième collet D', des coquilles en bronze qui sont maintenues par un chapeau et quatre boulons. Entre ces coquilles tourne l'extrémité supérieure de l'arbre B, à laquelle est fixée la poulie P, recevant le mouvement du moteur pour le transmettre à la machine. Au-dessus de cette poulie est montée la poulie folle P', et au-dessous est vissé sur la traverse C' un anneau en tôle mince *p* servant à soutenir la courroie.

Du porte-outils. — Entre les deux collets D' et D^2, est clavetée sur l'arbre B une espèce de volant en fonte ou roue non dentée A, qui a la jante disposée pour recevoir les outils. Ceux-ci, au nombre de huit, sont fixés dans des ouvertures pratiquées en regard des huit bras de la roue, de sorte qu'ils se trouvent placés deux à deux diamétralement opposés l'un à l'autre. Il y en a quatre *a* qui ne sont autres que de vrais rabots, et les quatre autres *a'* sont des gouges d'une forme toute particulière.

Les premiers, comme il est facile de le reconnaître sur les fig. 9 à 11, sont formés chacun d'une lame mince en acier trempé *a*, taillée en biseau et un peu arrondie sur l'un des côtés. Cette lame est placée dans une ouverture rectangulaire inclinée à 45° environ, et occupant toute la hauteur

de la jante de la roue A, de façon que cette ouverture puisse présenter une large assise à la lame, qui s'y trouve fixée solidement au moyen d'un coin *d* et d'une vis de serrage *c*. Cette dernière est engagée dans le renflement fileté d'une petite pièce rectangulaire méplate *b*, un peu plus large que la lame, afin d'occuper toute la largeur formée par deux rainures pratiquées de chaque côté de l'ouverture inclinée qui reçoit le rabot. Au moyen de cette disposition la pièce *b* se trouve parfaitement épaulée de chaque côté; alors la vis *c* engagée dans son renflement fileté peut serrer fortement le coin *d*, et par suite maintenir solidement la lame de rabot *a*.

Les autres outils indiqués en détail sur les fig. 12 à 14, sont formés chacun d'une barre carrée en acier fondu *a'* terminée par une partie méplate élargie, arrondie et taillée en couteau ou forme de gouge (fig. 14.). Cette barre est maintenue dans une ouverture pratiquée verticalement dans la jante de la roue A, au moyen de deux vis *d'* et d'un petit collier *b'*, rappelé par un double écrou *c'*. Ce collier est introduit dans l'épaisseur de la jante par une sorte de mortaise percée à la circonférence, et fermée ensuite par une plaque de fer fixée de chaque côté par deux vis. Le double écrou *c'* peut alors s'appuyer contre cette plaque, et, en rappelant le collier, la tenir serrée contre la face interne de l'outil, tandis que les deux vis de serrage *d'* appuient sur l'autre face.

Pour régler avec exactitude la hauteur de la gouge, un petit étrier *e* est fixé latéralement par deux vis à sa partie supérieure, et une troisième vis engagée verticalement dans cet étrier permet, en la faisant butter sur le dessus de la jante de la roue A, de soulever l'outil, ou bien, en tournant en sens inverse, de le laisser descendre, en ayant le soin, toutefois, de desserrer les écrous du collier et les vis de serrage *d'*.

Le porte-outils A ainsi garni et claveté sur l'arbre vertical B, il est facile de comprendre qu'en animant cet arbre d'un mouvement de rotation continu, et en présentant à l'action des outils, à une hauteur convenable, un ou deux madriers X et X' (fig. 5 et 7), leur surface se trouvera dressée d'une façon parfaite, d'abord par les gouges *a'* qui dégrossissent, et ensuite par les fers de rabots *a* qui terminent.

Quand l'usage que l'on veut faire des madriers n'exige pas une surface parfaitement polie, ou suivant que la nature et les fibres du bois sur lequel on agit permettent de le faire, on peut remplacer très-avantageusement les gouges et les rabots par des bouvets semblables à ceux de la machine à planer de M. Furness, représentés fig. 4, parce que ces outils sont beaucoup plus faciles à affûter et sont bien moins susceptibles de se briser.

Dans cette machine on ne peut faire varier la hauteur des chariots conducteurs des pièces de bois, de sorte que suivant que celles-ci sont plus ou moins épaisses, il faut faire monter ou descendre le porte-outils. A cet effet, la vis B', dont la tête forme crapaudine à l'arbre B, traverse

l'écrou fixe renfermé dans le collet D. Cet écrou est terminé par une douille sur laquelle est monté le moyeu de la grande roue dentée R, qui engrène avec le pignon R'. Ce pignon est fixé à l'extrémité inférieure d'un arbre vertical *h* (fig. 7), muni à l'extrémité supérieure d'une roue d'angle H, engrenant avec une roue semblable H'.

L'axe horizontal de cette dernière, monté dans une longue douille *h'* (fig. 6 et 8) fondue avec un des montants du bâti, est garni d'un petit volant à main V à l'aide duquel, et, comme nous venons de le voir, par l'intermédiaire des roues d'angle et du pignon R', on fait tourner la grande roue R, et par suite l'écrou renfermé dans le collet D. La vis B', qui traverse ce collet et qui ne tourne pas, est alors obligée de monter ou de descendre suivant le sens dans lequel on met en mouvement le volant V.

On voit qu'au moyen de cette disposition, on peut faire varier à volonté la hauteur du porte-outils A, puisque le pivot de l'arbre B, sur lequel il est calé, peut descendre ou monter en reposant toujours sur sa crapaudine.

Mécanisme pour la translation du bois. — Les deux chariots G et G' sont composés chacun de deux plaques de fonte de 3m 80 de longueur réunies par des boulons qui traversent des oreilles fondues aux extrémités. Elles sont disposées pour recevoir tous les 80 cent. un dispositif de pinces pour fixer le bois. Le dessous de ces plaques est fondu avec trois nervures; celle du milieu reçoit la crémaillère *g*, et les deux autres, placées de chaque côté, reposent sur une série de galets montés deux à deux, sur un même axe, dans des supports fixés sur des dés en pierre K, espacés d'environ 1m20 l'un de l'autre. L'une de ces deux dernières nervures présente en-dessous une face plate (voyez fig. 7), qui repose simplement sur les galets *k* à jante plate correspondante, tandis que l'autre nervure présente deux faces inclinées disposées pour pénétrer dans la gorge des seconds galets *k'*. Ceux-ci, montés sur les mêmes axes que les premiers, servent à guider le chariot dans sa marche rectiligne longitudinale, et par suite l'empêchent de se déplacer dans le sens transversal sous l'effort des outils qui agissent sur la pièce de bois fixée au chariot par des pinces.

Ces dernières sont composées de deux griffes en fer *i* et *i'*, la première est fixée dans une rainure pratiquée dans l'épaisseur de la plaque pour la recevoir, et la seconde *i'* est forgée avec un écrou et ajustée à queue d'hironde au moyen de deux bandes de métal, vissées sur les côtés de l'évidement dans lequel sont logées les vis *j'*. Il suffit alors de monter une manivelle sur la tête de ces vis et de la tourner dans le sens convenable, pour faire avancer ou reculer à volonté la mâchoire ou griffe mobile *i'* de celle fixe *i*, et, par suite, fixer le madrier sur son chariot ou l'en dégager.

L'avancement du bois doit avoir lieu, comme on sait, en sens inverse de la marche des outils; c'est pourquoi, dans ce genre de machines,

il faut que les deux chariots G et G′ marchent inversement l'un à l'autre, comme l'indiquent les flèches (fig. 6).

Voici la disposition appliquée par le constructeur pour atteindre ce résultat : Un des chariots, celui G, est actionné directement par un pignon *r* (fig. 7 et 8), qui engrène avec sa crémaillère *g*, et le second chariot G′, par l'intermédiaire d'une paire de petites roues *s* et *s′* et du pignon *r′*, commandant la crémaillère *g′*.

L'arbre F, qui transmet le mouvement aux pignons, est muni à son milieu d'une roue dentée en hélice N engrenant avec une vis sans fin *n* (fig. 8) montée sur l'arbre principal B.

Cette roue est fixée sur le moyeu d'un double manchon à griffes *l* ajusté fou sur l'arbre F. Deux griffes correspondantes à ce double manchon sont clavetées sur cet arbre entre les deux branches des supports E E′; elles sont embrassées par les fourchettes *m*, reliées par les petites bielles *m′* aux leviers à manettes M et M′. Ceux-ci ont leur centre d'oscillation *q* sur les nervures des montants verticaux du bâti, qui, à cet effet, présentent des renflements séparés ou fourches pour les recevoir.

Il résulte de cette combinaison que l'on peut, en agissant sur les poignées de ces leviers, opérer facultativement l'embrayage ou le débrayage des manchons *l*, *o*, ou *l*, *o′*, et par suite communiquer ou interrompre à volonté le mouvement des deux chariots G et G′, ou de l'un d'eux séparément.

Ainsi les fig. 7 et 8 indiquent, comme exemple, la griffe *o* débrayée et celle *o′* embrayée. Or donc, en admettant que la courroie soit sur la poulie fixe P, et que conséquemment l'arbre B du porte-outils soit en mouvement, il n'y aura que le chariot G′ qui avancera. Comme ce dernier doit marcher en sens inverse de celui G, on voit, comme nous l'avons dit, que le pignon *r′* (fig. 7 et 8) n'est pas monté sur l'arbre F, mais sur un petit arbre *f′*, muni d'une petite roue *s* s'engrenant avec la roue semblable *s′*, qui est collée sur l'arbre F ; par ce moyen le sens de rotation du pignon *r′* se trouve naturellement inverse de celui *r*.

Deux petits volants à main V′ sont fixés à chaque extrémité de l'arbre F pour faire mouvoir les deux chariots séparément quand les manchons sont débrayés, afin de pouvoir amener les madriers en contact avec les outils.

Pour soutenir ces deux chariots près de leur pignon respectif, de petits arbres *t* (fig. 8) sont montés dans des supports fixés sur les nervures intérieures du bâti, et ils sont munis, comme les paliers fixés sur les dés K, de doubles galets-guides *k* et *k′*.

TRAVAIL DE LA MACHINE.

Deux machines semblables à celle que nous venons de décrire sont en activité dans les ateliers de MM. Frossard et Cie, de Lyon, et une troisième aux grands établissements de Oullins, près Lyon. Nous avons vu fonction-

ner cette dernière, ce qui nous a permis de constater les résultats avantageux qui suivent, et que nous devons à l'obligeance de M. Caillet, ingénieur de la Compagnie.

La vitesse imprimée à l'arbre principal de la machine, et conséquemment au plateau porte-outils, pour le travail ordinaire des madriers en chêne, est de 240 à 250 tours par minute.

Le diamètre du taillant des outils est de 1m500, par conséquent la circonférence est de :

$$1^m500 \times 3{,}1416 = 4^m712.$$

La vitesse du taillant est alors, en admettant une vitesse moyenne de 245 tours par minute, de :

$$4^m712 \times 245 = 1154^m440.$$

L'avancement du bois dans le même temps est de 1m200.

Le rapport existant entre la vitesse du taillant et celle du bois est alors comme

$$\frac{1154{,}440}{1{,}200} \text{ ou } :: 962 : 1.$$

En rabotant des bois de 0,350 de largeur, le travail par minute est pour chaque pièce de :

$$1{,}200 \times 0{,}350 = 0^{m.q.}4200;$$

et pour les deux chariots, de :

$$0{,}4200 \times 2 = 0^{m.q.}8400.$$

Ce qui produit par heure

$$0{,}8400 \times 60 = 50^{m.q.}400$$

de surface rabotée.

Et par journée de 10 heures = 504 mètres carrés.

Si on admet, comme cela paraît exister généralement à l'usine, que le temps perdu pour changer les pièces, affûter les outils et opérer le graissage soit de 1/5 du temps total, la surface réelle rabotée serait de :

$$504^{m.q.} - 100^{m.q.}800 = 403^{m.q.}200.$$

Or, un fort ouvrier corroie 8 à 9 mètres carrés de bois dans sa journée de 10 heures.

On voit donc que cette machine peut alors produire le travail de

$$\frac{403{,}200}{8{,}50} = 47{,}43.$$

Soit environ le travail de 45 à 50 ouvriers.

CONSTRUCTION DES MACHINES

DIVERS SYSTÈMES DE PALIERS GRAISSEURS

POUR LES ARBRES DE TRANSMISSION DE MOUVEMENT

(PLANCHE 28)

Le graissage des tourillons des pivots et des transmissions de mouvement, et en général de toutes les machines en activité, exige, comme on sait, un soin continuel qui, dans les usines de quelque importance, nécessite l'emploi d'un ouvrier spécial. Mais malgré les soins qu'on peut y apporter, il est rare que le graissage soit régulier : il est ou insuffisant ou superflu.

Dans le premier cas, il y a échauffement, *grippage*, usure, détérioration des pièces, et par suite absorption inutile de force motrice; dans le second cas, dépense d'huile ou pure perte et malpropreté. En effet, l'huile en excès en se répandant au dehors du coussinet, glisse le long des arbres, et tombe sur les machines ou sur le sol, ce qui oblige, comme on le remarque dans les ateliers qui ont des transmissions en l'air, de rapporter au-dessous des paliers des boîtes ou des cuvettes pour recevoir l'excédant de l'huile, ou bien encore de faire venir de fonte une sorte de récipient avec la semelle des forts paliers, comme ceux des arbres de couche et des machines de grande puissance.

Une autre considération encore, et des plus importantes, c'est que le graissage, tel qu'on le pratique ordinairement, est souvent la cause des nombreux accidents qui arrivent dans les usines où les ouvriers ont l'habitude de graisser avec des burettes pendant la marche du moteur.

Pour remédier à ces inconvénients, et en même temps apporter une certaine économie dans le graissage des tourillons de tous genres, on a proposé, à diverses époques, un grand nombre de dispositions particulières plus ou moins heureuses. Sans avoir la prétention de les décrire toutes, nous allons cependant faire connaître les systèmes qui nous ont

paru les mieux étudiés, et dont plusieurs appliqués aujourd'hui dans divers établissements rendent de véritables services.

On peut diviser les paliers ou organes graisseurs en deux grandes classes :

La première peut être appelée *à réservoir supérieur;*

La seconde *à réservoir inférieur.*

Dans la première, en effet, l'huile est versée par une ouverture ménagée dans l'épaisseur du chapeau et au milieu du coussinet supérieur. La disposition la plus simple de ce système c'est le godet fondu avec le chapeau et garni d'une mèche faisant syphon, comme celui qui est indiqué sur le palier-type représenté planche 32 du xe volume de ce recueil.

Ce système, qui est encore le plus généralement employé, ne présente pas, cependant, toute la sécurité désirable, parce qu'il ne permet pas toujours d'obtenir un graissage en rapport exact avec la vitesse et la charge des arbres.

Or, c'est réellement là le problème de fournir une quantité d'huile en proportion avec la vitesse transmise pendant le mouvement du tourillon sans en déverser au dehors.

A cet effet, on a imaginé des appareils distributeurs qui fonctionnent, soit par intermittence, soit d'une manière continue par le mouvement même de l'arbre ; de cette façon, si l'appareil est bien réglé, le graissage doit se mettre en rapport avec les besoins de ce dernier, puisque c'est lui-même qui commande l'écoulement.

Ces distributeurs sont généralement composés d'un réservoir spécial qui se rapporte sur le chapeau du palier, lequel est percé et muni d'un mécanisme à levier ou à excentrique, en contact avec l'arbre. Une soupape, une valve ou un robinet actionné par ce mécanisme déverse ou laisse tomber goutte à goutte l'huile sur le tourillon, par intervalles plus ou moins rapprochés, suivant le besoin. Ces intervalles, réglés à l'avance par l'appareil, sont naturellement toujours proportionnels à la vitesse de l'arbre.

Telles sont les dispositions de M. Gargan, publiées dans ce recueil (ve vol., pl. 26), de M. Faivre (vie vol. pl. 14), et celles de MM. Coquatrix, Wilson, Vade, Ramsay, publiées dans le *Génie industriel*. Il en a été proposé encore beaucoup d'autres brevetées à différentes époques depuis une douzaine d'années.

Les appareils qui appartiennent à cette première classe de graisseurs ont l'inconvénient de présenter un mécanisme souvent compliqué et susceptible de se déranger, de sorte qu'il arrive parfois des accidents.

Dans bien des cas, les collets ne sont pas suffisamment rafraîchis, et l'huile ne peut être répartie assez également sur toute la surface des coussinets, pour effectuer un graissage complet, surtout pour les arbres animés d'une grande vitesse de rotation.

De plus, avec ce mode de graissage en dessus, on peut concevoir que si l'arbre supporte une forte charge, comme celle d'un volant puissant ou d'un fort engrenage, le coussinet inférieur épousant bien la demi-périphérie de l'arbre, comme cela doit être pour un bon ajustement, il est très-difficile que l'huile puisse passer en dessous, où le graissage est le plus nécessaire, même en supposant des rainures pratiquées dans l'épaisseur des coussinets, comme on le fait généralement.

D'un autre côté, lorsqu'on veut graisser abondamment, une partie de l'huile s'échappe au dehors en pure perte.

On comprend alors que ce système ne soit pas plus répandu, surtout en présence des dispositions de paliers à réservoir inférieur auxquels on paraît s'attacher plus particulièrement depuis quelques années.

Nous allons décrire avec soin cette deuxième classe, qui peut être divisée elle-même en *trois systèmes* principaux, offrant chacun un caractère distinctif.

Le *premier système* comporte en principe soit une rondelle, un disque ou une bague, soit une cuiller, une chaîne ou une courroie sans fin montée sur le tourillon de l'arbre et mobile avec lui. Que ce soit l'un ou l'autre de ces organes auxiliaires que l'on adopte, il plonge toujours dans le réservoir d'huile ménagé à la partie inférieure du palier, soit en dessous, soit sur le côté; et, en tournant avec l'arbre, cet organe élève naturellement une certaine quantité de l'huile contenue dans le réservoir. Une partie de cette huile y retombe bientôt, après avoir fourni au tourillon la quantité nécessaire à son graissage.

Le *second système* repose sur l'application d'un corps cylindrique, tel qu'un rouleau ou galet mobile maintenu en pression au moyen de contrepoids ou de ressorts, avec le tourillon de l'arbre, et entraîné avec lui par ce contact dans son mouvement rotatif. Une portion de la circonférence de ce cylindre plonge dans le réservoir inférieur, de façon qu'en tournant il élève et transmet au tourillon l'huile nécessaire à son graissage.

Le *troisième système* consiste à faire tourner complétement dans l'huile le tourillon de l'arbre, en maintenant le niveau du liquide contenu dans le réservoir inférieur plus élevé que le plan horizontal à la circonférence inférieure du tourillon, Alors, pour empêcher l'huile de s'échapper à droite et à gauche du coussinet, des boîtes en cuir sont disposées de chaque côté, ou bien un renflement est ménagé sur l'arbre pour augmenter le diamètre du tourillon, de telle sorte que les parois latérales du réservoir soient plus élevées que le fond du coussinet.

Chacun de ces systèmes a donné lieu à un grand nombre de combinaisons différentes, quoique reposant sur l'emploi des mêmes organes. Il nous a donc paru intéressant de classer chaque système, afin de mieux connaître les particularités de chacun d'eux, et autant que possible par ordre de date pour bien apprécier les perfectionnements successifs dont l'expérience et la pratique ont démontré la nécessité.

Comme historique, avant de décrire les trois séries que nous venons de mentionner, nous croyons devoir parler des combinaisons de M. Jaccoud et de M. Baudelot, qui forment, en principe, la base fondamentale de tous les paliers graisseurs à réservoir inférieur.

SYSTÈME DE M. JACCOUD.

Sous ce titre : *Moyens d'introduire et de contenir de l'huile dans les essieux et les moyeux de toute espèce de roues et de rouages*, M. Jaccoud, de Vienne (Isère), a fait la demande d'un brevet d'invention de dix ans le 28 décembre 1829. A cette première demande, l'auteur y a successivement rattaché quatre certificats d'addition, dans lesquels il a indiqué plusieurs modes de graissage du tourrillon (1).

Malgré les figures nombreuses dont se composent les dessins annexés à ces demandes, et les descriptions étendues qui les accompagnent, il est difficile, tout d'abord, de se rendre exactement compte de la construction complète des divers essieux, paliers, boîtes et appareils décrits par l'auteur. Mais cependant on y trouve, après un examen attentif, presque la totalité des organes employés maintenant dans les paliors graisseurs en usage.

On y reconnaît en outre que M. Jaccoud avait non-seulement étudié la question d'une manière sérieuse, mais encore qu'il avait compris l'importance d'un bon système de graissage; ce qui lui a manqué pour réussir complétement, ce sont, sans doute, les moyens d'exécution.

Quoi qu'il en soit, il a représenté d'une façon assez exacte, dans un certificat d'addition du 16 août 1831, un élévateur d'huile adapté au tourillon d'un arbre de couche. Cet élévateur, qu'il nomme *embase*, n'est autre qu'une rondelle rapportée au milieu du coussinet pour prendre et élever l'huile contenue dans un réservoir inférieur. Ce coussinet supérieur, que l'auteur appelle assez improprement *grenouille*, est fondu avec une espèce de chambre ménagée pour le passage de la rondelle. Le réservoir, représenté par une troisième figure oblique, laisse également voir la place élargie pour le passage de la rondelle, mais on n'y voit pas le coussinet inférieur qui est indispensable pour les paliers ordinaires; ce n'est que sur d'autres figures de détail que plusieurs dispositions de ces coussinets sont indiquées avec ou sans réservoir d'huile.

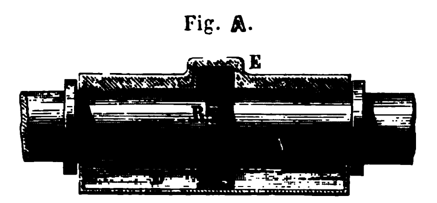
Pour faire bien comprendre le système Jaccoud, que nous considérons comme le point de départ des appareils graisseurs à réservoir inférieur, nous avons dessiné en coupe verticale la fig. A ci-contre, d'après la description même de l'auteur.

« A cylindre ou essieu de machine à vapeur ; il supporte la *grenouille* E ; cette dernière est à cheval ; l'embase du cylindre entre dans sa cannelure,

(1) Ces graisseurs sont décrits dans le volume XLII des *brevets expirés*.

et empêche l'essieu d'avancer ou de reculer. Cette embase a aussi des cannelures et des trous qui, en tournant dans son réservoir d'huile, la font monter et arrosent abondamment l'essieu des deux côtés de l'embase. Alors la grenouille prend l'huile en frottant contre l'embase, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre. Ces cannelures sont évasées à leur origine pour faciliter l'entrée de l'huile. »

Fig. A.



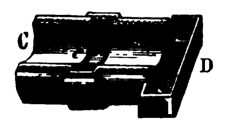
« La *grenouille* supérieure E, porte une profonde cannelure en travers, dans le centre, pour faire place à l'embase du cylindre; elle a aussi une cannelure longitudinale, à l'exception de 0m055 à l'extrémité. A chaque bout est une retraite de 0m 028 de large tout autour, afin que le cylindre n'y touche pas. »

On voit qu'ici l'inventeur ne paraît pas beaucoup se préoccuper du coussinet inférieur dont il ne parle pas. Sa disposition reproduite fig. A serait plutôt applicable aux essieux de wagons.

Cependant plus loin il indique bien le coussinet à réservoir inférieur, tel que le montre la fig. B. Ce coussinet, ou « cette *grenouille* C, dit-il, est fondue d'une seule pièce; sa cannelure transversale *c* et son canal en long servent à ramener l'huile dans son réservoir principal D. »

On doit remarquer qu'en suivant ces indications, c'est-à-dire en prenant la disposition de l'arbre et du coussinet supérieur de la fig. A et en y appliquant le coussinet indiqué fig. B, on peut arriver à la construction d'un palier graisseur complet, qui aura beaucoup d'analogie, comme nous le verrons plus loin, avec plusieurs dispositions appliquées depuis quelques années.

Fig. B.



Il est vrai que pour atteindre ce résultat, on est obligé de faire un certain travail afin de reconnaître dans le grand nombre des combinaisons proposées les pièces qui peuvent se relier entre elles; néanmoins, après un peu d'étude, un constructeur peut exécuter plusieurs des combinaisons indiquées par M. Jaccoud, soit pour les tourillons d'arbre de couche, soit pour les fusées des essieux de voitures ou de wagons.

Outre la rondelle, cet inventeur a proposé aussi une simple courroie engagée dans une rainure pratiquée dans le tourillon, et ensuite un cylindre garni de pinceaux, de cuirs ou d'éponges.

Dans ce dernier mode, les deux extrémités du cylindre sont supportées par le réservoir, et une lanière ou courroie entourant l'arbre lui communique le mouvement.

D'autres combinaisons, telles que des leviers à bascule terminés par une éponge ou un pinceau et actionnés par une camme à chaque révolution de l'arbre, de façon à toucher légèrement l'essieu ou le tourillon et par suite en opérer le graissage automatiquement, sont indiquées d'une façon plus ou moins intelligible sur les dessins du même auteur.

DISPOSITIONS DE M. BAUDELOT.

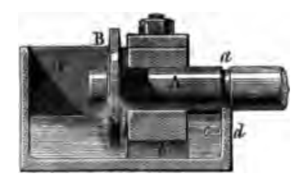
Nous avons publié, dans le IXe vol. du *Génie industriel*, une note concernant les paliers graisseurs que M. Baudelot, ingénieur à Haraucourt, nous avait adressée en 1855.

Dans cette note, que nous croyons devoir rappeler en quelques lignes, M. Baudelot nous annonçait :

« Que son appareil fonctionnait depuis une quinzaine d'années dans le « haut-fourneau qu'il dirigeait près Sedan; qu'en 1840, plusieurs ont été « placés dans les établissements de M. Gendarme, à Vendresse, et à « Vrignes-aux-Bois en 1841; chez M. Raux, à Belval, en 1843; et à Nancy, « chez M. Vivenot-Lanny, en 1846.

Les fig. C et D que l'on voit ci-après représentent deux dispositions appliquées par M. Baudelot, dont l'une, la première, au ventilateur d'un appareil propre à la fusion des minerais, breveté en France, à la date du 31 mars 1838.

Fig. C.



On voit que le palier indiqué en coupe verticale (fig. C) est construit d'après le principe de la rondelle ou de l'embase qui élève l'huile, de façon à ce que son mouvement soit continu, et qu'elle puisse s'infiltrer entre les surfaces des coquilles ou des coussinets et le tourillon de l'arbre.

Ainsi, l'arbre A est muni d'un disque B d'un diamètre plus grand que celui de l'arbre, de manière qu'il puisse toujours être plongé d'une certaine hauteur dans l'huile que contient le réservoir C.

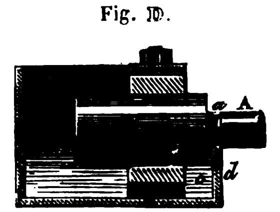
On conçoit qu'en tournant ce disque entraîne avec lui une certaine

quantité d'huile qui se répand par les deux côtés ou les deux faces sur le tourillon et par suite dans le coussinet; en circulant sur toute la longueur des surfaces en contact, elle vient tomber dans l'intervalle *c* ménagé entre les coussinets et la joue ou paroi *d*, pour retourner au réservoir par le conduit *b* pratiqué sous le coussinet inférieur, de sorte que l'huile ne se projette pas au dehors et les coussinets sont toujours bien graissés.

Le palier dont M. Baudelot nous a adressé le modèle, est appliqué aux extrémités de l'axe d'un ventilateur. L'auteur n'avait pas, par cela même, jugé à propos de le faire traverser entièrement par l'arbre, mais on comprend aisément que si on veut l'employer dans une transmission ordinaire, il suffit de ménager un intervalle sur chacune des deux faces pour faire retourner l'huile au réservoir.

Le palier que représente la fig. D diffère un peu du précédent, il appartient au système de graissage dans lequel le tourillon de l'arbre est complétement baigné dans l'huile.

Fig. D.



Nous n'avions rien vu de semblable avant la communication de M. Baudelot; c'est lui qui, nous le croyons, a eu le premier l'idée de renfler la partie B ou le tourillon proprement dit de l'arbre A, qui est embrassé par les coussinets, de façon à le faire tourner complétement dans l'huile. Celle-ci ne peut s'échapper, attendu que la paroi *d* est plus élevée que le fond du coussinet. La petite gorge ou gouttière *a*, pratiquée dans l'arbre, a pour but, comme dans la figure précédente, d'éviter que l'huile ne glisse le long de l'arbre.

Les dispositions de M. Baudelot, et celles indiquées dans le brevet Jaccoud, établissent bien, comme nous l'avons dit, le principe des divers systèmes de paliers graisseurs proposés jusqu'ici. Ce sont, en effet, les mêmes organes, combinés quelquefois différemment, mais toujours de façon à remplir le même but.

PREMIER SYSTÈME A RONDELLE, DISQUE, BAGUE OU CHAINE.

PALIER DECOSTER (1847). — A la date du 23 mars 1847, M. Decoster, constructeur-mécanicien à Paris, a fait la demande d'un brevet d'invention de quinze ans pour un *graisseur mécanique continu, à réservoir inférieur, applicable aux paliers, supports et coussinets.*

Ce graisseur, dont nous avons donné la description et le dessin dans le VIe vol. de ce Recueil (pl. 14), est fondu avec un espace vide qui sert

de réservoir et que l'on remplit d'huile à cet effet. Les deux coussinets sont séparés par le milieu pour donner passage à une sorte de *cuiller* ou d'*écope* qui est fixée au milieu du tourillon, afin de tourner avec lui et de prendre, chaque fois qu'elle plonge dans le réservoir inférieur, quelques gouttes d'huile qu'elle déverse, en se relevant, de chaque côté des coussinets. Pour que ces quelques gouttes puissent se répandre également sur toute la surface du tourillon, des cannelures ou rainures étroites sont pratiquées soit dans le sens longitudinal, soit transversalement et de haut en bas.

L'inventeur ajoute, dans le mémoire qui accompagne sa demande, qu'au lieu d'une cuiller, qui exige que le chapeau du palier soit élevé à son milieu pour lui livrer passage, « il peut employer une courroie, une ficelle « ou une petite chaîne sans fin qui tournerait également avec le tourillon « de l'arbre et plongerait jusqu'au fond du réservoir d'huile; et qu'il peut « encore appliquer une sorte de roue à tympan ou de roue à pots, qui, « fixée au tourillon, tournerait avec lui, comme la cuiller, et amènerait « ainsi, plus souvent que celle-ci, les gouttes d'huile sur les surfaces. » Il propose également de faire usage d'une petite pompe, que l'on placerait près des supports, et qui tendrait à refouler l'huile qu'elle aspirerait des réservoirs jusqu'au-dessus des coussinets.

Dans un certificat d'addition en date du 2 septembre 1847, M. Decoster décrit une disposition toute particulière pour graisser les tourillons d'essieux de wagons ou de locomotives, par l'intermédiaire d'une éponge ou d'une mèche. Comme nous ne nous occupons pas maintenant de cette application, qui fera prochainement le sujet d'un article spécial, nous nous contenterons de donner le dessin et la description de la disposition du palier graisseur que M. Decoster applique depuis quelques années aux arbres de transmissions et autres, disposition pour laquelle il a formé, le 26 janvier 1855, la demande d'un second certificat d'addition à son brevet primitif de 1847.

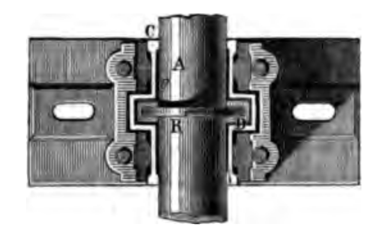
Mais pour suivre l'ordre des dates, il nous paraît utile de décrire les dispositions qui ont été proposées par plusieurs inventeurs depuis 1850.

PALIER BRANCHE (1850). — Pour simplifier autant que possible les graisseurs mécaniques et appliquer son système aux paliers ordinaires, M. Branche, mécanicien, constructeur de Régulateurs à Paris, a proposé en 1850, un appareil additionnel qui consiste en une sorte de boîte de fer-blanc ou de zinc qu'il adapte directement sous le support, et en une petite chaîne sans fin passant sur l'arbre, près du tourillon, mais en dehors du coussinet. Cette chaîne, à mailles serrées et arrondies dans tous les sens, plonge dans cette boîte et apporte sans cesse, pendant la rotation de l'arbre, des gouttes d'huile sur le bord supérieur du tourillon, et qui se répandent ainsi sur la surface intérieure du coussinet. Cette disposition, qui n'est applicable qu'aux arbres de couche suspendus, a été décrite et dessinée dans le tome 1er du *Génie industriel*.

Palier J. Hick (1853). — Patenté en Angleterre le 12 janvier 1853, et publié dans le *Practical Mechanic's Journal* (vol. 6, page 140).

Fig. E.





Le graissage s'effectue dans ce système, au moyen d'une bague ou virolle R (voyez fig. E) d'un diamètre plus grand que le tourillon A, et entièrement libre au milieu entre les deux coussinets C et C'; ceux-ci, au lieu d'être séparés, comme dans le palier Decoster, sont au contraire évasés, afin de ménager la chambre D, nécessaire à la fois pour le passage de la bague et pour former réservoir.

Un couvercle en métal B recouvre cette chambre, et des rainures horizontales *c* sont pratiquées dans l'épaisseur des deux coussinets pour établir la circulation de l'huile.

Palier Pfannkuche (1853). — M. Gustave Pfannkuche, constructeur à Vienne, en Autriche, s'est fait breveter dans ce pays, le 21 octobre 1853, pour des paliers de machines et de transmissions. Les dispositions indiquées par l'auteur sont brevetées en France à la date du 19 février 1855, au nom de Richard, et en Angleterre le 29 juin de la même année, au nom de Fontaine-Moreau.

La fig. 1 de la pl. 28 représente, en section verticale, un palier de ce système disposé pour être fixé sur un bâti et supporter un arbre horizontal.

La fig. 2 en est une projection correspondante en section horizontale.

La fig. 3 est une section transversale d'une disposition analogue appliquée à une chaise pour transmission de mouvement.

Les fig. 4 et 5 indiquent, en section verticale et en plan horizontal, un support ou collet graisseur pour un arbre vertical.

Voici d'après un ouvrage allemand (*Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereines*, journal de l'Union autrichienne des Ingénieurs), la description de ce palier :

« Le perfectionnement principal du système Pfannkuche, consiste « dans le palier et le réservoir d'huile réunis en une seule pièce. » Sur l'arbre A, est soudée ou rapportée, au moyen de vis de pression, une rondelle R qui sert d'embase à l'arbre, en ce qu'elle se trouve entièrement engagée, moitié dans le chapeau B du palier, et moitié dans le coussinet en bronze C. Ce coussinet est ajusté solidement dans la partie inférieure D du palier, entre deux espèces de joues *d*, disposées pour le recevoir. Le serrage du chapeau a lieu de la manière ordinaire, au moyen de vis ou de boulons.

Le réservoir ou chambre à huile est formée par les deux joues *d'*, entre lesquelles est ajusté le coussinet inférieur, de telle sorte qu'il reste encore

au-dessous un espace libre *c* qui sert de récipient à l'huile. Celui-ci et les espaces compris extérieurement aux joues *d* et intérieurement aux parois bombées *d'* fondues avec le palier, ainsi que l'évidement ménagé dans le coussinet, sont en communication les uns avec les autres au moyen de trous, et forment ensemble le réservoir d'huile proprement dit, que l'on remplit jusqu'à ce que le niveau soit à 3 millimètres au-dessous du bord de l'ouverture pratiquée pour le passage de l'arbre.

Pendant la rotation de ce dernier, la rondelle R plonge naturellement dans l'huile, et en entraîne avec elle une petite quantité qui s'attache à la paroi supérieure de la chambre *b* ménagée dans le chapeau B. Pour que cette huile s'attache sûrement et s'élève jusqu'en haut, la chambre du chapeau est formée de telle sorte qu'elle ne touche la rondelle qu'en une place, en *b'* (fig. 1 et 3); alors l'huile entraînée coule des deux côtés sur les parois inclinées de la chambre, et va graisser par conséquent la surface de frottement; elle s'écoule ensuite de chaque côté entre les bords bombés du palier, et se rend dans la chambre *c*, pour entrer, par l'ouverture *c'* ménagée à l'intérieur du coussinet, dans l'espace occupé par la rondelle.

Les parois extérieures du palier qui forment la chambre à huile et les bords saillants du chapeau, entourent l'arbre de telle sorte qu'il ne reste plus qu'une ouverture annulaire de l'épaisseur de quelques millimètres, à travers laquelle il ne peut pénétrer dans le palier que de la poussière. Cette poussière, ainsi que les parcelles de métal produites par l'usure et tout ce qui pourrait se séparer de l'huile et s'amasser pour former cambouis, est rejeté de l'intérieur du coussinet dans le fond de la chambre, par le mouvement lent et continu du liquide. Pour enlever ces dépôts, il suffit de retirer la vis d'écoulement *g*, ce qui n'est nécessaire ordinairement que tous les six mois environ; lorsqu'elle est remise en place, on enlève le chapeau, on y verse de l'huile nouvelle, puis on referme le palier, et l'appareil graisseur est, par ce moyen, remis en état pour six autres mois.

Pour le graissage des collets des arbres verticaux, comme l'indiquent les fig. 4 et 5, le réservoir d'huile F, au lieu de faire partie du palier est au contraire fixé avec l'arbre. Ce réservoir n'est autre qu'un vase en fer-blanc qui est formé de deux pièces réunies par des oreilles au moyen de vis ou rivets; sa position est telle qu'il ne touche pas le palier D, et rien ne l'empêche alors de tourner avec l'arbre.

Lorsque l'appareil est entièrement monté, on remplit la coupe d'huile, de telle sorte que le niveau monte au-dessus des trous *e*, qui, avec ceux *e'* de l'étage inférieur, amènent l'huile au tourillon. Pour que celle-ci ne puisse pas être lancée au dehors du réservoir, par suite de la force centrifuge dans une rotation rapide, son bord *f* est replié ou garni d'une petite membrane qui opère la fermeture.

Dans ces collets de paliers on a remarqué que l'huile monte pendant la rotation de l'arbre jusqu'à la hauteur *x*, ce qui prouve bien qu'elle circule

parfaitement entre le collet et l'arbre, et que le graissage est bien complet.

Palier Molher (1853). — Sous ce titre : *Appareils à courant d'huile continu pour l'immersion, l'entretien, la réfrigération des mouvements mécaniques et l'obtention des grandes vitesses*, M. Molher d'Obernai (Bas-Rhin) s'est fait breveter le 31 décembre 1853.

Le principe de ces appareils graisseurs d'organes à grande vitesse repose bien, comme l'indique le titre du brevet, sur des dispositions permettant un *courant d'huile continu*, soit pour les arbres verticaux, soit pour les arbres horizontaux; dans ces derniers le moyen consiste, comme dans les paliers Jaccoud et Pfannkuche, à garnir le tourillon de l'arbre d'un disque plongeant dans l'huile et tournant entre deux parois *très-rapprochées*. Deux chambres sont disposées de chaque côté des coussinets inférieurs; elles communiquent l'une avec l'autre et en même temps avec l'évidement nécessaire pour le passage de la rondelle, par un canal pratiqué dans l'épaisseur du palier en-dessous des coussinets. Il résulte de ces dispositions, dit l'auteur, une ascension régulière et constante de l'huile par une action rotative et capillaire, et cette huile, obligée de passer de chaque côté de la rondelle entre les coussinets et le tourillon de l'arbre, descend dans les deux réservoirs latéraux et se répand par le canal dans l'évidement du milieu où puise la rondelle; il s'établit donc ainsi un courant continu de chaque côté du tourillon et parallèle à son axe.

Palier Decoster perfectionné (1855) (fig. 6 et 7). — A la date du 26 janvier 1855, M. Decoster revendique, par un dernier certificat d'addition à son brevet de 1847, comme perfectionnement à son système, l'application de disques en fer s'amincissant vers les extrémités, et disposés soit au bout de l'arbre, soit sur le milieu de la partie engagée dans le palier, soit à tout autre endroit convenable.

La fig. 6 (pl. 28) indique, en section longitudinale, un palier pour arbre de transmission de mouvement, construit par M. Decoster, sur les dessins et dispositions indiqués dans ce certificat d'addition.

La fig. 7 est une section transversale de ce même palier, suivant la ligne 1-2 de la fig. précédente.

On remarque que dans cette disposition, les coussinets C et C′ sont séparés au milieu pour le passage du disque ou de la rondelle R. Cette séparation est beaucoup plus grande pour le coussinet supérieur, afin de laisser complétement libre l'espèce de chambre *b* ménagée dans le chapeau B du palier. La séparation du coussinet inférieur ne laisse que la place suffisante au passage de la rondelle, et même, afin d'éviter les frottements, c'est-à-dire pour que celle-ci ne touche pas à droite ni à gauche des parois du coussinet, par suite des mouvements de dilatation ou de contraction de cette pièce, le disque est rapporté sur l'arbre A au moyen d'une petite équerre *r*, encastrée dans une ouverture un peu plus grande pratiquée dans celui-ci, de façon à laisser le jeu nécessaire au déplacement de la rondelle. Cette dernière, comme dans les dispositions précédentes, trempe dans

le liquide lubrifiant, et lorsque l'arbre tourne elle soulève une partie de l'huile dans la chambre *b*, d'où elle est projetée à droite et à gauche du côté des coussinets supérieurs C'; elle pénètre entre eux et l'arbre, par l'action capillaire et l'influence du mouvement. Cette huile circule entre ces deux pièces, et s'échappe par les espaces libres *d*, laissés entre les parois des extrémités et les coussinets, et retombe ensuite dans le réservoir inférieur *c* pour être reprise par la rondelle, et recommencer sa circulation continuelle.

M. Decoster avait envoyé à l'Exposition universelle de 1855, un modèle de ce genre de palier graisseur, qu'il applique aujourd'hui sur diverses dimensions.

Palier Vaissen-Reynier (1855) (fig. 8 et 9). — Nous avons reçu, le 2 février 1856, une communication de M. Vaissen-Reynier, ingénieur à Liége (Belgique), d'un appareil graisseur que nous avons inséré un peu plus tard dans le *Génie industriel*.

Plus d'un millier de ces graisseurs, nous écrivit alors M. Vaissen-Reynier, fonctionne dans les ateliers de M. Reynier-Poncelet de Liége, et l'on est généralement étonné de la régularité de leur action et de la douceur qui en résulte pour les arbres de transmission. Comme économie, elle résulte de ce fait que le renouvellement d'huile s'effectue une seule fois par année, avec la précaution toutefois de mettre dans le fond du réservoir une certaine quantité d'eau qui retient en lave, en quelque sorte, les parcelles métalliques provenant du frottement, ainsi que les autres corps étrangers admis accidentellement dans le bassin du graisseur.

La fig. 8 (pl. 28) représente ce palier en section verticale faite par l'axe.

La fig. 9 en est une vue de face en supposant l'enveloppe coupée suivant la ligne 3-4.

Dans ce palier, comme dans celui de M. Hick dont nous avons parlé plus haut, le graissage s'effectue au moyen d'une bague ou anneau métallique R, qui est placé soit au milieu du tourillon, soit à gauche ou à droite comme le représente la fig. 8.

Au moyen de cette dernière disposition, le palier proprement dit D est très-simple, et n'offre même rien de particulier, si ce n'est pourtant que son embase est fondue avec une sorte d'enveloppe *d*, qui sert de réservoir à l'huile. Cette enveloppe, en sus du chapeau B du palier, est en outre fermée par un second chapeau B' à mince paroi et terminé par des coquilles *b*, qui embrassent la demi-circonférence de l'arbre. Par ce moyen, le palier est complétement garanti, et la poussière ne peut entrer que très-difficilement à l'intérieur, puisqu'il ne reste que l'espace annulaire laissé aux deux coquilles *b* et *d* pour le passage de l'arbre.

Observations. — Nous remarquerons que selon plusieurs praticiens, ces diverses dispositions de graisseurs à disques ou à rondelles ont l'inconvénient de battre l'huile, et par suite de la faire mousser d'autant plus que la vitesse de rotation est plus grande.

Palier Bourdon (1856) (fig. 10 à 15). — M. Bourdon, ingénieur mécanicien à Paris, s'est fait breveter, le 6 février 1856, pour des dispositions particulières de graisseurs mécaniques au moyen de rondelles.

En étudiant cette question, M. Bourdon a reconnu qu'avec le système à rondelle, si l'élévation de l'huile se fait parfaitement, le déversement sur les tourillons est défectueux. En effet, la force principale qui tend à élever le liquide est la force centrifuge; par conséquent la pesanteur, la seule force qui sollicite cette huile à redescendre sur le tourillon, c'est-à-dire à se rapprocher du centre, devient insuffisante dès que la rotation est un peu rapide, et l'huile, décrivant un cercle complet, revient en grande partie constamment à son point de départ; le graissage ne se fait donc que très-imparfaitement.

Saisir l'huile à son passage, à la partie la plus élevée de la rondelle, la détourner, pour de là la conduire en totalité, et quelle que soit la vitesse de la rotation, sur les parties à graisser, tel est le problème que l'inventeur s'est proposé de résoudre par des dispositions qui s'appliquent également bien aux tourillons et coussinets des arbres horizontaux, aux fusées des essieux, aux pointes et autres pièces de butée, ainsi qu'aux collets et pivots des arbres verticaux ou obliques.

La fig. 10 (pl. 28) représente, en section verticale, le palier ordinaire d'un arbre horizontal sur lequel le système de M. Bourdon est appliqué.

On remarque qu'il a suffi de rapporter sur l'arbre A la rondelle R, et, de chaque côté des coussinets C et C′, et les boîtes circulaires B et B′. Un canal c, pratiqué dans l'épaisseur du coussinet inférieur, met en communication ces deux boîtes qui font aussi l'office de réservoir d'huile et dans lequel plonge la rondelle R.

Au-dessus, et contre le chapeau du palier, est fixé un ressort terminé par une espèce de cuiller r, qui constitue le fondement du graissage. Cette cuiller appuie constamment contre la circonférence de la rondelle, où, sans même la toucher, elle se trouve très-près d'elle, de façon que par son bord tranchant, elle entame le *ménisque* d'huile, le détourne au lieu de le laisser, par la rotation, retourner au fond de la cuvette, et le dirige, au moyen d'un bec disposé à cet effet, sur le canal e, dans le coussinet supérieur.

Il se produit de cette sorte un graissage continu, tant que l'arbre et la rondelle tournent.

L'huile ainsi versée sur le tourillon retombe, soit dans la boîte B, soit dans celle B′; mais celle qui arrive dans cette dernière retourne à la première, par le conduit c, pour être de nouveau et indéfiniment élevée par la rondelle et reversée sur le tourillon tant qu'il en reste suffisamment pour que le bord de la rondelle y soit baigné.

Pour retirer les impuretés qui forment dépôt au fond du réservoir, un bouchon à vis g est ajouté à la boîte B, tandis que celle B′ est munie d'une

porte *b* servant à l'introduction de l'huile. Cette porte est à charnière et maintenue fermée par un ressort.

La fig. 11 représente en coupe longitudinale un palier muni d'une pointe de butée, comme ceux qu'on emploie dans les tours, les ventilateurs, etc.

La fig. 12 en est une section transversale suivant la ligne 5-6.

On remarque que, dans ce palier, le réservoir est venu de fonte avec lui, et que la communication qui doit exister avec les deux côtés des coussinets pour la circulation de l'huile, est obtenue par le canal *c*. Le bras D, qui porte la pointe de butée *d*, maintenu en outre par la vis de serrage *d'*, est aussi fondu avec le palier. Un chapeau à bride B' recouvre le réservoir et cache complétement la rondelle R et la cuiller *r*. Celle-ci, comme l'indique le détail, fig. 13, est à deux becs, de façon à pouvoir déverser l'huile à la fois dans l'intérieur des coussinets par le canal *e*, et contre la pointe de butée *d*. Cette cuiller, qui forme ressort pour rester en contact avec la rondelle, est montée à charnière contre une cloison en tôle *f*, ajoutée à cet effet dans l'intérieur du palier.

Les fig. 14 et 15 indiquent, en section verticale et en plan horizontal, un mode analogue de graissage applicable à un arbre vertical A.

Sur cet arbre, au-dessous du collet C, est fixée une cuvette annulaire C', contenant l'huile. Dans cette cuvette repose, par son propre poids, la rondelle R, de manière à tourner par le simple frottement de la cuvette. C'est cette rondelle qui remonte l'huile à la partie supérieure du collet, où la cuiller-ressort *r*, à simple déversement, la recueille, et la dirige sur l'espèce de godet *c* ménagé au collet.

Pour éviter que la rondelle ne rencontre les bords de la cuvette, ce qui l'empêcherait de baigner dans l'huile, on lui a donné une forme intérieure concave, de façon qu'ayant suffisamment de place à son intérieur pour le chapeau du palier, on puisse rapprocher la circonférence de cette rondelle le plus possible du centre de la cuvette. Les bords de celle-ci sont légèrement recourbés, afin d'empêcher l'huile d'être projetée au dehors. Pour maintenir la rondelle et pourtant lui laisser la liberté de reposer de tout son poids sur le fond de la cuvette, son axe *a*, sur lequel elle tourne librement, est forgé avec une petite pièce taillée à queue d'hironde, qui est engagée dans une mortaise de forme correspondante pratiquée dans l'épaisseur du chapeau.

Boitard Mauzaize (1851). — On peut considérer les dispositions de paliers que nous venons de décrire, comme les meilleurs types de ceux que nous avons désignés sous le titre de 1er *système à rondelle, disque, bague, courroie ou chaîne*. Avant de passer au 2e *système à cylindre ou galet*, nous croyons devoir dire un mot, en passant, sans trop nous écarter de notre sujet, du nouveau boitard lubrifieur pour moulins à blé de M. Mauzaize, que nous avons représenté en section verticale, fig. 16.

La Société d'encouragement, dans le tome 50e de son *Bulletin*, (année

1851), a publié un rapport de M. Benoist sur le boitard de M. Mauzaize, et plus tard, en 1856, a donné les dessins de diverses dispositions appliquées avec avantage par cet inventeur dans plusieurs établissements de meunerie.

Nous avons choisi le modèle le plus simple, fig. 16 (pl. 28), pour donner une idée de ce système qui est exécuté par la Maison Fontaine et Brault de Chartres.

Sur l'arbre A ou fusée du fer de meule est fixé le fond d'une cuvette D, dans laquelle l'huile est introduite. Pour empêcher les fuites autour de la fusée, des rondelles de cuir ou de caoutchouc sont serrées par un presse-étoupes *p*. Celui-ci se visse sur le fond de la cuvette au moyen d'une clef à goujons, et une vis *r* l'empêche de se desserrer.

Le corps du boitard B est entaillé pour recevoir trois coussinets en bois semblables à celui C, et disposés à égale distance les uns des autres. Un coin *c*, mobile au moyen de la vis V, maintient respectivement chaque coussinet serré contre l'arbre.

Pour empêcher que l'huile ne s'échappe par-dessus les bords de la cuvette par l'action de la force centrifuge, une rondelle en cuir *r* est fixée avec le corps du boitard au moyen d'un disque en métal *d* et de trois boulons semblables à celui *b* taraudés à cet effet à leur extrémité, afin de pouvoir se visser dans l'épaisseur du disque métallique *d*.

DEUXIÈME SYSTÈME A CYLINDRE OU GALET.

GRAISSEUR BUSSE (1848). — La réalisation la plus simple de ce système est indiquée dans une demande de brevet faite le 12 février 1848 par le sieur Busse de Leipzig (Saxe). Elle consiste dans l'emploi d'un bouchon de liége de forme cylindrique qui flotte dans l'huile du réservoir inférieur, sous le tourillon à graisser.

Il faut naturellement, avec cette disposition, qu'une ouverture soit pratiquée au centre du coussinet inférieur, pour laisser le bouchon toucher le tourillon, et qu'en outre le niveau du liquide soit toujours maintenu assez élevé pour que le contact ait lieu.

En 1852, MM. Fontaine et Brault eurent l'occasion d'exécuter des paliers de ce genre, avec des galets en bois pressés contre les tourillons par des contre-poids; plus tard, en 1853, ils en construisirent avec des galets pressés par des ressorts à boudin.

PALIER VALLOD (1852). — Nous avons publié dans le 8e volume de ce Recueil, la boîte à graisse exécutée sur le même principe pour essieu de wagons, et appliquée par M. Vallod, ingénieur à Paris, qui s'est fait breveter en France le 2 octobre 1852. Depuis cette époque, il a apporté à son système divers perfectionnements qui l'ont simplifié notablement; et il en a fait l'application aux paliers des arbres de machines et des transmissions de mouvement.

C'est cette dernière application que nous allons examiner en nous

aidant de la fig. 17 (pl. 28), qui représente, en section verticale faite perpendiculairement à l'axe, un palier graisseur complet.

Le corps de ce palier est disposé de façon à présenter entre le patin et les brides inférieures un espace libre permettant l'introduction de la boîte B′, qui contient le galet G et son contre-poids P. Cette boîte est fixée par des vis r sous le coussinet inférieur C, qui est ouvert pour livrer passage au galet et lui laisser toucher la circonférence du tourillon A. Une broche b, qui traverse la boîte, reçoit le levier à deux branches réunissant le galet avec son contre-poids; l'action de celui-ci est facile à comprendre : il maintient en pression le galet contre le tourillon, afin que ce dernier, en tournant, entraîne toujours le galet, et comme il est constamment trempé dans l'huile, celle-ci se trouve élevée jusqu'au tourillon qui l'entraîne alors dans sa rotation entre les parois des coussinets.

Au lieu d'un contre-poids pour maintenir le galet en pression avec le tourillon, plusieurs inventeurs ont proposé l'emploi de ressorts métalliques; nous citerons à ce sujet les patentes Pomme et Gilbee, en Angleterre, et les brevets Dumotier, Fageo, Cochot, David, Mesnier et Cheneval, etc., en France.

Palier Mesnier et Cheneval (1857). — Sur la fig. 18, la lettre G indique le galet graisseur, et celle H une petite boîte ou cuvette en bronze qui soutient l'axe du galet, et qui est fondue avec deux languettes latérales engagées dans des rainures pratiquées dans les guides h et h', fondus ou rapportés à l'intérieur du palier. Un ressort à boudin r est placé dans cette cuvette; il la soulève constamment, et maintient ainsi la circonférence du galet en contact avec celle de l'arbre A.

Les deux guides h et h' obligent la cuvette à s'élever bien verticalement, et conséquemment maintiennent l'axe a du galet dans une position horizontale bien parallèle à l'arbre.

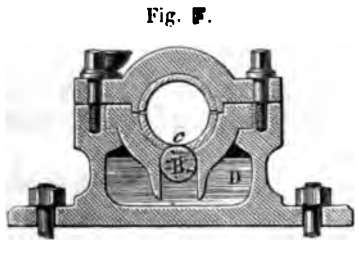
Cette cuvette est en outre percée de plusieurs trous t, au fond et sur les côtés, afin que l'huile contenue dans le corps D du palier formant réservoir, puisse y pénétrer et baigner une portion du diamètre du galet; alors celui-ci, entraîné par son contact avec l'arbre, distribue à ce dernier, et par suite aux coussinets inférieur et supérieur C et C′, l'huile nécessaire à leur graissage, et l'excédant retombe dans le réservoir.

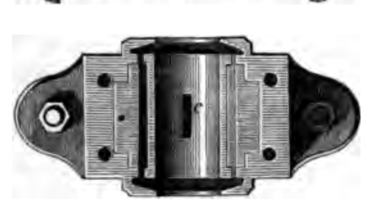
Palier Hermann (1856). — La fig. 7 ci-jointe représente en section verticale et en plan horizontal le graisseur perfectionné pour lequel M. Hermann a fait la demande d'un brevet de quinze années, le 24 octobre 1856.

Comme on le remarque, le corps du palier est fondu creux, pour former réservoir d'huile. Sur ce réservoir est ajustée une pièce D, disposée pour recevoir le coussinet ou coquille inférieure de l'arbre, et fondue avec une petite chambre ouverte en dessous pour laisser pénétrer l'huile. Dans cette chambre est introduit le cylindre ou bouchon de liége B. Celui-ci, qui n'est autre qu'un flotteur, pourrait être aussi bien en bois ou en métal mince recouvert d'une étoffe.

La disposition de la pièce D et surtout de la chambre, est le perfectionnement important de ce palier, attendu que, par ce moyen, le flotteur est parfaitement guidé et maintenu d'une façon certaine en contact avec la circonférence du tourillon, au-dessous de l'ouverture rectangulaire c pratiquée dans l'épaisseur du coussinet.

Fig. F.





Ce flotteur, entraîné par l'arbre dans son mouvement de rotation continu, répand l'huile autour et dans toute la partie intérieure des coquilles.

Cette huile retourne ensuite au réservoir par les deux canaux latéraux ménagés entre les bords des coussinets et l'enveloppe extérieure du palier.

Un petit godet est vissé sur le chapeau pour introduire le liquide lubrifiant dans le réservoir, quoique cela ne soit pas souvent nécessaire puisqu'il n'a aucune issue pour s'écouler.

TROISIÈME SYSTÈME A TOURILLON NOYÉ.

Ce système se distingue par l'absence de tout mécanisme; il a beaucoup d'analogie avec la deuxième disposition proposée par M. Baudelot et indiquée page 403. C'est celui qui semble, tout d'abord, le plus rationnel, puisqu'en effet, son principe repose sur le graissage du tourillon en le faisant tourner directement dans l'huile; seulement il présente une difficulté réelle dans son application, car il faut nécessairement, pour que le tourillon soit noyé, que le niveau du liquide soit plus élevé que le plan horizontal inférieur tangent à sa circonférence; alors, comment empêcher que l'huile ne s'échappe de chaque côté des coussinets par les ouvertures ménagées à droite et à gauche du palier pour le passage de l'arbre?

Ce problème a été résolu de deux manières :

1° En disposant de chaque côté du palier des cuirs, du caoutchouc ou des boîtes à ressorts formant autant que possible fermeture hermétique.

2° En forgeant avec l'arbre un renflement ou en rapportant un manchon, ou encore en pratiquant une rainure circulaire de chaque côté, de façon, dans tous les cas, à laisser les bords latéraux du palier plus élevés que le tourillon, afin que l'huile contenue dans le fond de ce palier formant réservoir puisse conserver un niveau assez élevé pour noyer le tourillon.

PALIER NORMANVILLE (1848). La figure 19 représente une application du premier des deux moyens sus-énoncés, brevetée en Angleterre, le 2 mai 1848, et en France, le 23 août de la même année.

Dans le mémoire qui accompagne la demande de son brevet en France, M. Normanville, de Londres, décrit diverses dispositions applicables aux boîtes à graisse pour waggon, afin de les rendre complétement hermétiques en les bouchant du côté de la roue par un *bouclier* de cuir, caoutchouc, gutta-percha ou autres substances élastiques.

Ce n'est que dans un certificat d'addition à son brevet principal, que cet inventeur indique l'application de son système aux paliers de machines et de transmissions de mouvement.

La fig. 19 indique une des dernières dispositions qu'il a adoptées; elle consiste, comme nous l'avons dit, à faire tourner complétement dans l'huile le tourillon de l'arbre A, et à empêcher que celle-ci ne s'échappe par les ouvertures circulaires ménagées dans le corps du palier pour le passage de l'arbre. A cet effet, deux bagues *b* et *r* sont placées de chaque côté pour fermer hermétiquement ces ouvertures sans empêcher naturellement l'arbre de tourner. Celles *b* sont fixées sur l'arbre, et les deux autres *r*, sont seulement appliquées sur les faces latérales du palier, et pour qu'elles ne puissent se déplacer, elles sont maintenues constamment en pression par des petits ressorts à boudin qui se trouvent logés dans l'espace annulaire ou boîte circulaire formée par les rebords mêmes des deux bagues.

Le palier, comme on le voit sur le dessin, est fondu avec deux joues qui forment réservoir, et le coussinet supérieur a deux ouvertures pour laisser pénétrer l'huile jusqu'au tourillon.

Palier Peulvey (1853). — A la date du 15 avril 1853, M. Peulvey, mécanicien à Paris, a fait la demande d'un brevet d'invention de quinze ans pour un système de graissage continu qui repose sur l'application dont nous venons de parler précédemment, d'un renflement ou manchon rapporté sur l'arbre pour augmenter le diamètre du tourillon.

Fig. @.

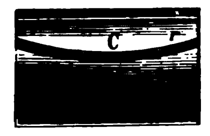


La fig. @ ci-dessus représente en section verticale faite parallèlement à l'axe, un palier de ce système. On voit que l'arbre A est muni de son manchon R, et que c'est celui-ci qui forme tourillon, en tournant entre le coussinet inférieur C et le chapeau du palier.

Dans l'exemple que nous avons choisi, le tourillon tourne sur la fonte, mais il est très-facile, sans modifier sensiblement la disposition, de rapporter des coquilles en bronze. De chaque côté des coussinets, on a mé-

nagé des espaces libres *d* qui servent de réservoir à l'huile dont le niveau supérieur, comme on peut le remarquer, est plus élevé que la ligne tangente au diamètre inférieur du renflement, de sorte que cette huile peut aisément s'introduire de chaque côté entre les coussinets et le tourillon par les rigoles *r* pratiquées dans l'intérieur du coussinet, comme l'indique la fig. H, et peut circuler librement de la chambre de droite à celle de gauche. Par ce moyen, le collet baigne constamment dans l'huile, laquelle est nécessairement entraînée autour du tourillon, et il n'en sort pas par les bords extérieurs.

Fig. H.



Palier Avisse (1855). Sous ce titre : *Système de graissage des arbres de machines et mouvements de toute nature*, M. Avisse aîné, mécanicien à Paris, a pris un brevet de 15 ans, le 28 février 1855, qu'il a complété et perfectionné par les demandes successives de cinq certificats d'addition.

La fig. I qui suit, va nous servir à expliquer les caractères distinctifs de ce palier, et les fig. 20 à 23 de la pl. 28 à faire connaître exactement le mode de construction adopté par la Maison J.-F. Cail et Cᵉ, qui a acheté le droit de faire l'application de ce système.

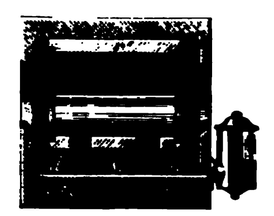
La fig. 20 est une vue de face extérieure de ce palier.

La fig. 21 en est un plan, moitié vu en dessus et moitié en section horizontale, faite à la hauteur de l'axe.

La fig. 22 est une section verticale par le milieu, perpendiculairement à la fig. 20.

La fig. 23 est une section transversale, faite parallèlement à l'axe.

Fig. I.



Il est facile de reconnaître par ces figures et par celle I, que le corps de ce palier se compose d'une seule pièce de fonte, qui s'élève beaucoup plus haut que le centre du tourillon (voyez fig. 20 et 22), et qui, par

suite, peut loger entièrement les deux coussinets, aussi bien celui supérieur *r'* que celui inférieur *r*.

Cette disposition présente alors cet avantage que l'huile constamment remontée de la partie inférieure jusqu'au-dessous du centre, soit par les bords, soit par les embases du tourillon, ne peut jamais s'échapper au dehors, puisqu'il n'y a aucun joint, aucun passage autre que celui formé par les extrémités du chapeau B, qui recouvre le tout.

Or, si l'on remarque (fig. 23) que les joues ou les bords extrêmes de ce chapeau sont, comme les joues latérales du palier, dressées extérieurement pour entourer presqu'exactement le corps de l'arbre A, d'un diamètre moindre que le tourillon, on doit comprendre que l'huile n'arrive pas à l'intersection, et que par conséquent elle ne peut sortir. Dans certains cas, M. Avisse pratique dans l'arbre aux deux extrémités du tourillon, des espèces de gorges ou évidements circulaires, dans lesquels pénètrent les joues latérales.

Nous nous sommes convaincus qu'il n'y avait aucune fuite sur des transmissions de mouvement établies chez le constructeur avec des chaises ou paliers de ce système et marchant à grande vitesse; les paliers présentent, à l'extérieur, la plus grande propreté, à un tel point qu'on pourrait croire qu'ils n'ont pas d'huile. Aussi celle-ci s'y conserve des mois entiers sans qu'il soit nécessaire d'en ajouter.

L'intérieur du palier qui n'est pas occupé par les coussinets forme une sorte de bassin ou de réservoir qui, par cela même que l'huile est bien ménagée, peut en contenir, malgré son peu de capacité, pour plusieurs mois consécutifs. Il est facile, du reste, de connaître la quantité d'huile qui s'y trouve en un moment donné, par le tube indicateur *m*.

On ne peut douter de l'exactitude et de la régularité du graissage, par la disposition même donnée à cette partie intérieure du système, soit que l'on emploie le tourillon à embase B', comme celui qui est indiqué sur les fig. 21 et 23, soit qu'on l'exécute sans embase en pratiquant seulement des rainures circulaires de chaque côté du tourillon.

Dans l'un comme dans l'autre cas, l'huile est constamment relevée, comme nous l'avons dit, par les bords du tourillon jusqu'au-dessus du centre de celui-ci, et se répand par suite en très-petite quantité sur sa surface entière, avec d'autant plus de facilité, que les deux coussinets ont des rainures longitudinales pratiquées dans leur épaisseur.

En outre, le coussinet inférieur *r'* est évidé à sa base, et percé dans son épaisseur de plusieurs orifices *t* (fig. 8), de sorte que l'huile peut toujours se rendre de l'intérieur de la boîte ou du réservoir à la surface inférieure du tourillon, qui, par sa rotation plus ou moins rapide, forme une sorte d'aspiration continue.

Le palier représenté par les fig. 20 à 23 diffère de celui indiqué fig. 8, en ce que sa boîte est allégée intérieurement par des évidements dans lesquels sont venues de fonte des nervures *d* (fig. 21), limitant le jeu des

coussinets. On remarque que le manchon B est muni de 2 embases *b*, *b* pour prévenir le mouvement longitudinal de l'arbre A ; elles sont ensevelies dans l'épaisseur du coussinet, afin que le tourillon, dans son mouvement de rotation, ne puisse pas projeter l'huile et ne fasse que la relever en petite quantité comme il est dit plus haut.

L'huile versée par un orifice *m* (fig. 20), se répand dans la partie inférieure de la boîte, à une hauteur telle que le manchon proprement dit B puisse y plonger d'une manière suffisante, et relever l'huile dans toute son étendue.

La communication entre les différentes parties de la boîte s'établit par le canal C du coussinet en fonte ou en bronze *r*. Ce canal reçoit l'excès de l'huile amené sous la fusée par l'ouverture longitudinale *t*, pratiquée dans le coussinet inférieur.

L'orifice d'introduction d'huile peut être disposé comme sur la fig. 1, c'est-à-dire présenter un ajutage en verre, de manière à permettre la constatation du niveau de l'huile dans la cuvette de la boîte.

Des boulons *f f'* à tête noyée dans la partie inférieure de celle-ci, permettent de fixer le chapeau B sur cette boîte. D'autres boulons *v*, traversant ce chapeau par une partie taraudée, ont pour objet le serrage contre la fusée du coussinet supérieur *r'*.

Pour obvier au desserrage des écrous, qui a généralement lieu dans les transmissions de mouvement par suite des vibrations inhérentes à la longueur des arbres, ce qui déplace souvent les coussinets et occasionne des frottements considérables, une pièce d'arrêt V est appliquée sur le chapeau. Cette pièce est échancrée des quatre côtés répondant aux positions des écrous des boulons de serrage du coussinet, et à celle des écrous des boulons de serrage du chapeau.

Les échancrures de la pièce d'arrêt V, au lieu d'être à six pans, accusent la division d'un dodécagone, ce qui lui permet de répondre à un plus grand nombre de positions des écrous. La dite pièce étant chassée avec un certain effort sur la tête de ces écrous, rend leur position rigide et invariable.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

En dehors des trois principaux systèmes que nous venons d'examiner, nous n'avons trouvé que deux dispositions particulières qui méritent d'être mentionnées. La première, patentée en Angleterre le 29 avril 1855, est due à M. Mowbray ; elle consiste à pratiquer sur la circonférence des fusées d'essieux ou des tourillons d'arbres de machines, une rainure en hélice. Cette rainure prend l'huile d'un côté du réservoir et la conduit de l'autre côté, qui doit être naturellement en communication avec le premier, et elle établit ainsi un courant continu dans l'intérieur des coussinets.

La seconde est de MM. Hipkiss et Olsen de Birmingham, patentés le

de le faire remarquer, ensuite par la réduction de diamètre des collets dont il faut tenir compte dans le calcul.

Il ne faudrait pourtant pas, à notre avis, comme quelques constructeurs l'ont fait depuis quelque temps, se laisser trop entraîner dans cette voie, car si on fait les arbres très-faibles, on est forcé pour les soutenir et empêcher qu'ils ne fléchissent, de placer les paliers à des distances plus rapprochées que dans les conditions ordinaires; alors naturellement on en augmente le nombre, et par suite les frottements et les frais d'installation deviennent plus considérables, c'est-à-dire que ce que l'on gagne d'un côté, on le perd en partie de l'autre; il y a donc, comme nous essayons de le faire remarquer, une moyenne à suivre qui doit subir des modifications suivant l'importance des transmissions, la nature du travail à produire ou la vitesse des machines et des outils auxquels il s'agit de communiquer le mouvement.



TRAITEMENT DES GRAINS

ET D'AUTRES SUBSTANCES POUR LES PRÉPARER A LA MOUTURE

PAR MM. PLUMMER, KINGSFORD ET HUART

(Brevet du 22 juillet 1857.)

Nous avons déjà eu l'occasion de parler des appareils propres à mouiller les blés; le système importé récemment par MM. Plummer et Ce, repose sur les mêmes idées, il a en effet, pour but de préparer à la mouture, au moyen d'une machine à humecter, le froment dur et sec et toute autre espèce de blé, le riz et même les légumes d'espèces diverses, en donnant à ces produits le degré d'humidité nécessaire pour en adoucir ou amollir l'enveloppe, ce qui permet d'enlever facilement le son ou la pellicule extérieure.

La matière venant d'une trémie alimentaire est amenée à une ou plusieurs paires de rouleaux humecteurs, montés dans un bâti de forme convenable, et qui reçoivent leur mouvement de rotation d'un moteur quelconque, par des courroies, des engrenages ou tout autre mode de transmission.

Les rouleaux sont recouverts de flanelle ou de tout autre matière absorbante, ou entourés de toiles sans fin. Des jets d'eau tombent sur ces toiles ou bien elles passent dans des baquets pleins d'une eau qui se renouvelle constamment.

La matière venant de la trémie, reçoit entre les rouleaux la pression de la surface humide et molle qui les recouvre, de sorte que chaque grain ou chaque parcelle de matière se trouve humectée. Ces rouleaux sont maintenus en contact par deux ressorts ou deux poids qui cèdent à toute pression extraordinaire, il ne peut passer qu'une mince nappe de matière entre les rouleaux, et l'alimentation d'eau est réglée par la vitesse de rotation de ces derniers.

$$0,08 \times 10,000 \text{ k.} = 800 \text{ k.}$$

Le chemin parcouru à la circonférence du tourillon en une seconde est

$$\frac{6,28 \times 0,20 \times 20^{t}}{60''} = 0,4186$$

Par suite la quantité de travail consommée par le frottement des tourillons est

$$800 \times 0,4186 = 334^{\text{kgm.}} 88.$$

En prenant le coefficient du graissage continu, qui est de 0,054, on aura :

$$0,054 \times 10,000 \times 0,4186 = 226^{\text{k.m.}} 04$$

c'est-à-dire une différence de

$$334.88 - 226.04 = 108^{\text{k.m.}} 84$$

ou à peu près un tiers en moins dans la perte de force nécessitée pour les frottements, et rendue ainsi à l'effet utile de la machine.

Si nous prenons maintenant comme second exemple le système de M. Avisse, dans lequel le tourillon de l'arbre est augmenté, nous allons trouver que la différence est moins grande, mais, qu'en résumé, il y a encore un avantage notable à en faire l'application.

Ainsi, en conservant les mêmes données que ci-dessus, le diamètre de l'arbre de 0,20 sera porté à 0,23 environ, ce qui donne alors comme chemin parcouru à la circonférence du tourillon en une seconde

$$\frac{6,28 \times 0,23 \times 20^{t}}{60''} = 0,4814$$

et comme quantité de travail absorbé par le frottement :

$$0,54 \times 10,000 \times 4814 = 259^{\text{k.m.}},95$$

ce qui fait encore à l'avantage du système une différence de :

$$334,88 - 259,95 = 74^{\text{k.m.}}, 93$$

En sus de cet avantage, lorsqu'on est certain d'un graissage constant et régulier, on peut, pour les transmissions de mouvement, augmenter la vitesse de rotation des arbres et par suite diminuer sensiblement leur dimension, puisque comme on sait, les diamètres des arbres sont entre eux comme les racines cubiques des efforts de torsion produits par la puissance qu'ils transmettent.

Il résulte naturellement de la diminution du diamètre des arbres, que le travail produit par le frottement des tourillons est doublement diminué, d'abord par l'abaissement du coefficient de frottement, comme nous venons

comme exécution. La bâche où se placent les pièces à essorer reçoit le mouvement par un plateau droit en fonte, contre lequel vient s'appuyer une poulie de friction cylindrique garnie de cuir. Cette disposition permet de mettre l'appareil sécheur en mouvement à petite vitesse et d'augmenter celle-ci graduellement, à volonté, par le simple jeu d'un levier agissant sur la poulie de friction.

Au lieu de feuilles de métal percées de trous, la bâche est faite en fils de cuivre formant une espèce de panier, ce qui multiplie considérablement les ouvertures par lesquelles l'eau peut s'échapper, et procure l'avantage, comparativement aux appareils de l'ancien système, d'obtenir, avec une vitesse moindre, une dessiccation égale. La machine de M. Tulpin réalise donc une double amélioration. »

Le même rapport signale aussi un hydro-extracteur, dit à *brimballe*, de MM. Bezault et Ce, de Paris, breveté le 16 mars 1854 :

« Cet appareil est bien combiné; il est muni d'un levier ou balancier qu'on fait agir horizontalement et qui est relié par une bielle à une roue dentée donnant le mouvement à une bâche ou tambour, au moyen d'une seconde roue et de deux pignons. Un homme peut avec facilité faire marcher la machine et imprimer à la bâche une vitesse de 8 à 900 tours par minute; lorsqu'on veut arriver à 12 ou 1,500 tours, deux hommes sont nécessaires et l'on applique alors un second levier. Ce petit appareil est bien construit, il est muni d'un débrayage et d'un frein pour arrêter la bâche; son usage est facile et commode; il trouve son emploi dans les teintureries, dans les lavoirs, dans les ménages et en général dans les établissements dépourvus de moteur. »

Nous décrirons aussi des perfectionnements intéressants apportés par M. Gautron, mécanicien à Paris et qui, comme le précédent, sont principalement applicables aux appareils de petites dimensions mus à bras.

Ces perfectionnements brevetés le 2 décembre 1856, consistent, comme on le verra, dans de nouvelles dispositions du bâti et certaines économies de construction, dans l'application d'un frein particulier et surtout d'un système de coussinets qui, par leur nature, évitent l'échauffement et par conséquent l'usure, et par leur élasticité permettent à l'arbre de la toupie de prendre toujours une position en rapport avec l'équilibre plus ou moins parfait de la charge.

Nous mentionnerons pour mémoire les brevets récents de MM. Seyrig du 9 octobre 1854; Martin du 4 octobre 1856; Savary et Leserre du 6 octobre 1856; Fairclough et Vauthey du 11 juillet 1857; Bouillon et Muller du 24 novembre 1858; et Debin du 23 février de la même année; mais nous n'entreprendrons pas d'en donner la description, car la plupart n'offrent rien de particulier sur ceux que nous avons déjà publiés, si ce n'est pourtant celui de MM. Fairclough et Vauthey, de Lyon, dans lequel ces fabricants proposent d'appliquer une espèce de petite turbine, soit en dessus, soit en dessous de l'appareil, afin de lui communiquer le mouve-

ment au moyen d'une colonne d'eau qui traverse, comme dans les turbines ordinaires, des directrices pour passer entre les aubes courbes de la couronne mobile fixée directement sur l'arbre vertical de la toupie.

Nous devons citer encore d'une manière toute particulière le brevet demandé le 28 juin 1852 par M. Bayvet, raffineur à Paris, pour un appareil de grande dimension, étudié par MM. Thomas et Laurens, qui s'applique généralement au traitement et au raffinage du sucre, et qui se distingue principalement par l'action directe d'un moteur à vapeur à l'arbre même de la turbine, et aussi par l'application d'un arbre creux mobile dans des collets et suspendu sur un pivot supérieur, exactement comme le pivot des turbines hydrauliques de M. Fontaine.

DESCRIPTION DE L'APPAREIL ROHLFS ET SEYRIG, REPRÉSENTÉ PAR LES FIG. 1 ET 2.

La fig. 1 est une section verticale faite par l'axe, suivant la ligne 1-2 du plan fig. 2, d'un hydro-extracteur applicable soit au séchage des fils et des tissus, soit au clairçage des sucres, etc.

La fig. 2 en est une projection horizontale vue en dessus.

L'appareil que représentent ces figures a été construit par la maison Cail et Ce pour M. Plataret, manufacturier à Paris, qui désirait en faire l'objet d'une nouvelle application à des procédés particuliers de blanchiment et de teinture des matières filamenteuses, en opérant à la fois par le vide ou par une grande pression intérieure et par la force centrifuge. Les expériences n'ayant pas donné les résultats que l'on en attendait, on a enlevé les pièces spéciales pour faire les essais et qui consistaient dans l'application d'un fort chapeau en fonte recouvrant l'enveloppe fixe de la machine; ce chapeau était muni d'un trou d'homme pour l'introduction des matières à traiter, d'un tuyau pour l'arrivée de la vapeur ou des liquides colorants et enfin d'une soupape de sûreté. Maintenant, l'appareil tel que le représentent les fig. 1 et 2, peut servir à tous les usages pour lesquels ces sortes d'appareils sont généralement employés aujourd'hui.

L'enveloppe intérieure A, dans laquelle le tambour, le panier ou la *toupie* proprement dite B est renfermée, est en fonte et sert de bâti à l'appareil en l'élevant convenablement au-dessus du sol; au fond de cette enveloppe est ménagée une cavité circulaire munie d'une rigole *a*, par laquelle s'écoule le liquide qui tombe du tambour; cette cavité est en outre garnie d'une boîte ou poêlette en fonte *b*, fermée, et formant à la fois collet et crapaudine pour recevoir le pivot en acier sur lequel tourne l'extrémité de l'arbre vertical. Il suffit alors, au moyen d'un petit tube, d'introduire de l'huile dans l'intérieur de la boîte pour maintenir le pivot et le grain d'acier constamment baignés dans le liquide lubrifiant.

Un support en arcade D, qui se boulonne sur la base supérieure de l'enveloppe A, porte l'arbre de couche moteur E, et retient en outre

l'arbre vertical C, par sa partie supérieure. Le mouvement du moteur se transmet par la poulie P, et s'interrompt à volonté par celle P′ qui est folle; il se communique à l'axe vertical par des cônes à friction F et F′, dont le contact est constamment maintenu par un ressort méplat R, formé de plusieurs lames et rapporté en dehors du bâti. Pour ne pas gêner l'action de ce ressort, l'arbre E n'a point de collet sur sa longueur et par conséquent peut glisser dans ses coussinets.

Le tambour B monté à la partie inférieure de l'arbre C est en cuivre rouge, percé sur sa circonférence d'une grande quantité de trous très-petits et recouverts en outre, suivant les matières que l'on traite, d'une toile métallique en cuivre ou autres. Il présente à son centre un tronc de cône *b′* assemblé avec une douille en bronze fondue avec le fond B′. Un écrou en bronze b^2, monté sur l'arbre fileté, maintient le tout solidaire lorsqu'il est serré.

La boîte du pivot est recouverte d'une cloche en cuivre *c*, fixée au même arbre sous le plateau B′; le but de cette cloche est de former réservoir d'air qui, en se comprimant vers la partie supérieure, empêche nécessairement le liquide introduit de s'élever jusqu'au sommet de la crapaudine, et par conséquent de pénétrer dans l'intérieur de la poêlette.

Sur le devant de la machine, est rapporté un petit mécanisme situé à la hauteur des poulies de commande, pour transporter de la poulie fixe sur la poulie folle, et réciproquement, la courroie qui les met en communication avec l'arbre de couche de l'usine, lorsque l'on veut arrêter la marche de l'appareil ou le mettre en activité. Ce mécanisme se compose d'une tringle horizontale G, maintenue dans deux supports *g* et *g′* (fig. 2) fixés au bâti; d'un bout cette tringle est ajustée carrée dans celui *g*, et de l'autre, elle est filetée pour s'engager dans un écrou emprisonné dans le support *g′*. On tourne cet écrou à la main au moyen de la manivelle *m*, ce qui imprime un mouvement de translation à droite et à gauche à la tringle, suivant que l'on tourne cette manivelle dans un sens ou dans l'autre. En regard des poulies, un châssis à galet I, dans lequel passe la courroie motrice, conduit cette courroie de l'une à l'autre des poulies, selon le mouvement de la tringle avec laquelle ce châssis est serré.

APPLICATION DE L'APPAREIL AU SÉCHAGE DES TISSUS.

Les matières filées ou tissées fortement imprégnées d'eau, et dont on veut opérer le séchage, sont placées régulièrement dans l'intérieur du tambour B, afin que la charge soit aussi bien répartie que possible sur toute la circonférence.

On agit ensuite sur la petite manivelle *m*, pour passer la courroie motrice de la poulie folle P sur celle fixe P′, et mettre ainsi le tambour en mouvement avec une vitesse qui doit être en moyenne de 1000 à 1200 tours par minute, suivant la nature des tissus. A la faveur de cette

vitesse, l'eau, dont l'étoffe est imprégnée, est vivement projetée à travers les trous du tambour contre les parois intérieures de l'enveloppe fixe A, d'où elle s'écoule par le conduit latéral inférieur *a*. En marchant à une telle vitesse, 5 à 6 minutes suffisent pour dépouiller certains tissus de l'eau qu'ils contiennent, et les amener dans un état de moiteur convenable.

APPLICATION DE L'APPAREIL AUX SUCRERIES.

Nous tenons d'une personne très-compétente, les documents pratiques suivants sur les appareils centrifuges appliqués aux sucreries et aux raffineries; nous sommes convaincus qu'ils seront lus avec beaucoup d'intérêt.

INSTRUCTION SUR L'USAGE DES APPAREILS A FORCE CENTRIFUGE POUR LA PURGATION ET LE CLAIRÇAGE DES SUCRES.

La réussite manufacturière de la purgation et du clairçage des sucres dépend beaucoup de l'état auquel la cristallisation est amenée dans les sucres soumis à l'appareil centrifuge.

En général, pour que l'opération réussisse le mieux possible, il faut que le cristal du sucre soit d'une certaine grosseur, dur et bien formé, et que le sirop dans lequel les cristaux sont baignés soit aussi fluide que possible.

Les sucres les plus difficiles à obtenir dans ces conditions sont ceux de première qualité, c'est-à-dire les sucres de premier et deuxième jets; ces sucres, à cause de la promptitude et de l'abondance de cristallisation, sont dans les conditions où on les obtient ordinairement, d'un grain fin et serré, et par conséquent peu préparés à la purgation par les centrifuges.

L'attention des fabricants s'est portée de ce côté, et la question a été résolue de la manière suivante :

PURGATION DES PREMIER ET DEUXIÈME JETS. — Les sucres des premier et deuxième jets, traités dans le vide, sont cuits serrés, puis réchauffés dans un vase à double fond, au sortir de l'appareil, jusqu'à 85 ou 90°. c. environ.

Ces sucres ainsi réchauffés sont versés dans des vases de petites dimensions, dits *cristallisoirs*. Leur contenance est d'environ 40 litres; et leurs dimensions, en surface et hauteur, sont calculées pour obtenir un refroidissement gradué, assez prompt, qui force la cristallisation à s'opérer avec une certaine grosseur de cristaux. Ces petits cristallisoirs sont rangés dans l'empli sur des casiers ou étagères disposés à cet effet, et qui permettent de loger, dans un petit espace, les cuites de deux à trois journées.

Ces cristallisoirs pleins, pesant environ 55 à 60 kilogrammes, peuvent facilement être mus par un seul homme; la cristallisation des sucres s'opère en 18 à 24 heures, et la température de la masse est alors ramenée à 30 degrés environ.

A cet état, le contenu des cristallisoirs est versé dans une espèce de moulin d'une forme particulière, qui a pour effet de diviser la matière sans broyer les cristaux, et de la réduire en une pâte homogène; cette pâte, en raison de l'abondance de cristallisation qui a eu lieu, est un peu trop serrée, et il doit y être ajouté une certaine proportion de sirop étranger pour en augmenter la fluidité. Ce sirop doit être mis à la densité de 30° B., afin de ne pas fondre du sucre cristallisé.

Par cette manière de procéder, les sucres des premier et deuxième jets sont obtenus en grains secs et bien détachés; on obtient ainsi en grains 50 0/0 environ de la matière cuite.

Il est important que la température de la pâte, mise dans les appareils, ne soit pas de plus de 30 degrés, autrement les cristaux sont trop tendres et la pression dans l'appareil forme une pâte qui empêche la purgation. — Tel est le procédé que l'on emploie dans le nord pour la purgation au centrifuge des sucres des premier et deuxième jets.

PURGATION DES BAS PRODUITS. — Quant aux sucres des jets inférieurs, comme ils sont généralement de cristaux plus gros, en raison de ce qu'ils ont mis un temps plus long à cristalliser, leur purgation n'offre pas les inconvénients présentés par les premiers jets; mais ce qu'il faut faire, c'est d'additionner souvent une petite quantité de sirop pour fluidifier la mélasse. En général, il faut que le sirop qui s'échappe des centrifuges ne soit pas à plus de 36° B. de densité.

PURGATION DES SUCRES A GROS GRAINS. — Mais les appareils à force centrifuge rendront encore de plus grands services dans les sucreries, pour la purgation des premier et deuxième jets, lorsque les fabricants adopteront le système de cuite en *gros grains*, à basse température, au moyen de vapeurs d'échappement, avec recharges successives de sirop à 23° B., au fur et à mesure de l'évaporation; ce qui détermine une cristallisation dans la chaudière même, jusqu'à ce que celle-ci contienne, dans toute sa capacité utile, des cristaux parfaitement formés et ne baignant que dans une très-petite quantité de sirop.

Ces cristaux déposés un seul instant dans le réchauffoir, afin de fluidifier le peu de sirop qui les entoure, peuvent être soumis immédiatement aux centrifuges après leur division, sans passer par les cristallisoirs; d'où suivra nécessairement une moindre production de mélasse, et par conséquent un plus grand rendement en sucre. En opérant la purgation des sucres à gros grains, on n'aura plus à craindre la perte de matière à travers les trous de la toile métallique du tambour de l'appareil, qu'on éprouve toujours un peu en purgeant des sucres à grains fin.

Cette méthode de cuite en gros grains réussit parfaitement dans les colonies, et les sucres qui en résultent, étant de cristaux très-secs et tout à fait débarrassés de sirop par le centrifuge, ne se prennent pas en masse dans la traversée, ainsi que cela arrivait quelquefois pour les sucres à grains fins, en ce que le centrifuge y laissait encore un peu d'humidité, et comme on n'avait pas toujours la précaution d'exposer ces sucres à l'air chaud, pendant un temps suffisant, avant leur expédition au continent, l'air humide, les pénétrant, produisait un massage nuisible à leur bonne conservation.

MANUTENTION GÉNÉRALE DES APPAREILS A FORCE CENTRIFUGE.

PURGATION DES SUCRES CRISTALLISÉS. — La matière pâteuse, formée de cristaux de sucre et de sirop, est introduite, par quantité de 60 à 80 kilogrammes, dans le tambour de l'appareil, et ce tambour est mis en mouvement avec une vitesse graduelle qui arrive jusqu'à 1200 ou 1500 tours par minute; la matière semi-fluide, qui y a été introduite, se trouve chassée par l'action de la force centrifuge et se réfugie, en se dressant, le long de la paroi verticale du tambour, où elle est arrêtée par le rebord intérieur qui termine cette paroi.

Le sirop mélangé au sucre, se trouvant animé comme toute la masse du mouve-

ment centrifuge qui lui est imprimé, s'échappe en filets, à travers les trous de la paroi verticale du tambour, et vient se rendre dans la cuve qui entoure ce tambour; il s'écoule alors par la tubulure existant au bas de la cuve.

Un séjour de 5 à 6 minutes dans l'appareil en mouvement suffit à la purgation des sucres, suivant leur qualité; on arrête alors l'appareil et on vide la charge que contient le tambour pour y en introduire une autre.

Pour opérer sans perte de temps, il faut avoir deux appareils dont l'un est en vidange lorsque l'autre fonctionne.

Le sucre au moyen de l'appareil centrifuge est plus parfaitement purgé en 5 à 6 minutes, qu'on ne l'obtient avec tout le temps d'égout qu'on lui donne dans les fabriques; il est en état d'être expédié au sortir de l'appareil. Toutefois, il peut être nécessaire, dans certains cas, surtout pour les expéditeurs maritimes, d'enlever les dernières traces d'humidité en étendant le sucre, en couche mince, sur un plancher dans un local bien sec et légèrement chauffé, où on le remue de temps en temps.

Clairçage des sucres purgés. — Pour préparer le clairçage par cet appareil, il suffit, lorsque le sucre brut est purgé, de verser dans l'intérieur du tambour, au moyen d'un seau ou bidon, la quantité de clairce que l'on veut employer; cette clairce versée se répartit immédiatement à la circonférence du tambour et en couche égale sur toute la surface du sucre; elle traverse le sucre brut et le blanchit.

On emploie des clairces plus ou moins blanches, suivant la qualité du sucre que l'on traite. Pour des sucres très-bruts, on emploie d'abord un sirop qui approche de a nuance du sucre et qui opère un premier lavage; puis un second sirop plus blanc, et ainsi de suite jusqu'à ce que le sucre se trouve amené à la nuance que l'on veut obtenir; on reçoit ces divers sirops dans des vases séparés, afin de les faire servir sur des qualités de sucres plus ou moins bruts.

On opère ainsi, à l'aide des appareils centrifuges, ce que l'on appelle, dans les fabriques, le clairçage continu, mais avec une promptitude bien plus grande que par les moyens d'égouttage ordinaire.

Épuration des sucres bruts dans les raffineries. — On peut opérer l'épuration des sucres bruts dans les raffineries avant de le fondre pour le clarifier, au moyen du centrifuge.

Cette opération a lieu en mélangeant le sucre avec une certaine quantité de sirop blanc, et en passant ce mélange dans l'appareil. Le sirop blanc lave les cristaux de sucre brut, colorés par la mélasse.

L'avantage de procéder à l'épuration du sucre brut avant de le fondre pour le clarifier est facile à apprécier, en ce que la mélasse, restant en présence du sucre cristallisable dans les diverses opérations qu'il subit pour le raffinage, détruit une certaine quantité de ce sucre, ce que l'on évite en éliminant d'avance la mélasse ou le sirop coloré qui souille les cristaux.

L'appareil à force centrifuge offre le moyen le plus prompt et le plus facile d'introduire cette opération dans les raffineries de sucre.

MANŒUVRE DES APPAREILS.

La matière mise dans l'appareil doit former une pâte fluide complétement homogène, c'est-à-dire que les cristaux de sucre doivent être parfaitement incorporés au sirop par un mélange récent.

On doit éviter qu'il se trouve des morceaux de sucre ou *grugeons* mélangés dans

la masse, parce que ces morceaux mis dans l'appareil, ne se purgeant pas aussi vite que la masse, forment des points plus lourds sur la circonférence du tambour et en rompent l'équilibre en produisant un tirage sur l'axe. Pour être certain d'avoir un produit bien homogène, il faut faire passer la matière destinée à la purgation à travers un tamis ou claie métallique, dont les mailles aient environ 1 centimètre de large; la matière se trouve divisée par son passage à travers cette claie, et en la mélangeant bien avec le sirop, au moment de la charger dans le tambour, on est certain d'avoir une matière qui se répartira uniformément dans l'appareil et ne produira pas de dérangement d'équilibre.

Pour que l'écoulement des sirops ait lieu facilement, il convient qu'ils ne soient pas à une densité trop grande; la densité de 36° B. est très-convenable. Une légère température donnée à la masse, au moyen d'un réchauffoir à vapeur, facilite l'écoulement; cependant il ne faut pas que cette température soit trop élevée, parce que le grain du sucre serait alors trop tendre. 30° c. conviennent très-bien; plus le grain est formé dur, mieux la séparation des sirops a lieu.

On doit éviter de trop charger le tambour : une charge de 80 kilogrammes (sucre et sirop) est celle à adopter; toutefois, avec les basses matières qui perdent beaucoup à la purgation, on peut porter ce chargement jusqu'à 120 kilogrammes.

L'appareil doit être mis en vitesse graduellement, en faisant avancer plus ou moins la courroie sur la poulie fixe. Lorsqu'on voit qu'il ballotte par défaut d'équilibre, il faut ralentir la vitesse, afin de le laisser reprendre un mouvement plus régulier.

Il est utile de laver de temps en temps la toile métallique qui est dans le tambour, afin de déboucher les trous qui pourraient se trouver obstrués, car ces trous bouchés seraient eux-mêmes la cause d'un ballottement dans l'appareil, en ne permettant pas au sirop de s'écouler dans cette partie, ce qui la rendrait naturellement plus lourde.

On doit avoir soin de tenir toujours dans le plus grand état de propreté la crapaudine et le pivot de l'axe vertical : il faut éviter que des corps solides quelconques puissent y exister; l'huile doit toujours y être entretenue fluide et très-nette.

EXPRIMEUR-PRÉSERVATEUR DE M. TULPIN

REPRÉSENTÉ PAR LES FIG. 3 A 10.

La fig. 3 représente cet appareil tout monté et prêt à fonctionner, en élévation extérieure de face.

La fig. 4 en est un plan horizontal vu en dessus.

La fig. 5 est une section verticale et transversale, faite suivant la ligne brisée 3-4-5 des figures précédentes.

Les fig. 6 et 7 sont des détails, en section et en plan, vus en dessous d'une portion du tambour ou panier mobile dessiné à l'échelle de 1/15 de l'exécution.

La fig. 8 est une section, à l'échelle de 1/10, du galet à friction qui communique le mouvement à l'arbre de la toupie.

La fig. 9 indique en détail la disposition de la poulie sur laquelle s'effectue la pression du frein.

La fig. 10 fait voir, en section, le ressort et la vis de pression qui maintient l'adhérence entre le disque moteur et le galet de friction.

Cette machine, quoique destinée tout spécialement par M. Tulpin à l'extraction de l'eau contenue dans les fils, tissus, draps, etc., pourrait servir à tout autre usage avec quelques modifications ou appropriations que l'on comprendra aisément après avoir étudié sa construction.

Une des particularités intéressantes de cet appareil est la disposition du tambour ou panier B, dans lequel on place les tissus ou matières fibreuses quelconques dont on désire faire sortir l'eau qu'elles contiennent, par suite de quelques préparations.

Ce panier est composé d'un plateau à douille B′, fondu en-dessous avec 16 nervures doubles en saillies *b* (fig. 7), dans lesquelles sont engagées et fixées, par des boulons à tête fraisée, les extrémités coudées en équerres des barres méplates en fer b^2, qui forment la membrure et qui, à cet effet, sont destinées à recevoir les fils de laiton disposés en cercles les uns au-dessus des autres, pour former la paroi du panier. Ces fils sont retenus sur la membrure au moyen de soudures à l'étain, et le plateau en fonte de fer est recouvert d'une enveloppe en cuivre jaune, attachée par des rivets en cuivre rouge.

Un étui b', également en cuivre, entoure l'arbre vertical C pour le garantir du contact des liquides, et par suite empêcher les tissus de se tacher de rouille en touchant au fer ou à la fonte.

Toutes les équerres de la membrure sont reliées, à leur partie supérieure à un rebord c' en cuivre jaune bordé de fer, par un cercle *c* de forte épaisseur (fig. 6).

La douille centrale du plateau est clavetée sur l'arbre vertical C, dont l'extrémité inférieure est munie d'un pivot en acier fondu qui tourne sur un grain en cuivre logé dans la crapaudine c^2. Celle-ci s'ajuste dans la partie sphérique tournée d'une espèce de cuvette a', boulonnée au centre du croisillon A′, qui forme le fond de l'enveloppe en fonte A.

La crapaudine c^2, au lieu d'être fixée d'une façon rigide par des boulons sur la pièce a', ne fait qu'y reposer, et elle est maintenue au centre par un fort contre-poids *p*, traversé par un boulon dont la tête fraisée dans le fond de la crapaudine, supporte le grain en bronze sur lequel repose la pointe de l'arbre.

Un petit tube *t*, qui sort en dehors de l'enveloppe, sert à introduire l'huile nécessaire au graissage du pivot.

L'extrémité supérieure de l'arbre C est assemblée avec un arbre de même diamètre C′, au moyen d'une forte clavette *d*, qui présente un renflement percé pour le recevoir (fig. 9). La même clavette retient une poulie en fonte J, sur laquelle on fait agir un frein. Cette poulie sert

aussi de récepteur aux huiles qui, en s'échappant du coussinet supérieur, pourraient tacher les marchandises contenues dans le panier.

Un petit manchon en fonte *d'* est interposé entre le diamètre extérieur de l'arbre C et l'intérieur du renflement creux qui termine l'arbre C'; il sert à équilibrer la charge du panier. A cet effet, on le fait glisser le long de l'arbre, de façon à permettre au contre-poids de rappeler celui-ci parfaitement au centre; on le remet ensuite en place, où il est retenu par la clavette *d*.

Les deux paliers qui maintiennent dans leur collet l'arbre vertical C', sont fondus avec les traverses H et H' fixées aux colonnes D, fondues avec une arcade servant à les relier avec le palier *e*, qui supporte une des extrémités de l'arbre horizontal E. L'autre extrémité de cet arbre tourne dans un second palier *e'* fixé sur une troisième colonne D', fondue avec une sorte d'entablement D^2 qui la relie avec les deux colonnes D.

Ces trois colonnes sont fixées par des boulons sur l'enveloppe A fondue avec des saillies pour les recevoir; cette enveloppe est en deux pièces réunies par des boulons à écrous qui traversent les brides a^2 (fig. 3 et 4).

Ces deux pièces sont fixées par leur rebord inférieur avec le fond A' par quatre boulons, et les deux brides par six boulons de 25 mill. de diamètre sur un fort massif en pierre et en maçonnerie. Le fond est muni d'ouvertures pour permettre à l'eau qui sort à la circonférence du panier de s'écouler en dehors de l'appareil par le trou central O, qui communique avec une rigole d'échappement ménagée dans l'épaisseur du massif.

Entre les deux paliers *e* et *e'* que supporte l'arbre E sont montées les deux poulies P et P'; l'une est fixe et l'autre est folle sur cet arbre, afin de lui transmettre le mouvement ou l'arrêter à volonté. A cet effet, la courroie est conduite d'une poulie à l'autre au moyen de la fourchette I, que l'on manœuvre à la main à l'aide du levier à poignée I', qui est assemblé à l'extrémité inférieure de la tringle coudée formant le prolongement de la fourchette.

En dehors du palier *e*, l'arbre E est muni du grand disque en fonte F qui transmet le mouvement au panier par l'intermédiaire du galet F', fixé sur l'arbre vertical C'. Ce galet est formé d'un manchon en fonte et d'une rondelle de même métal (fig. 8), entre lesquels on serre, au moyen d'un écrou *f*, un certain nombre de rondelles en cuir exactement tournées.

Pour maintenir la face du disque F en contact avec la circonférence du galet F', et en même temps pour régler l'énergie de la friction des deux surfaces l'une contre l'autre, l'arbre E est monté sans collet dans les supports *e* et *e'*, et une vis de pression à tête d'étau R (fig. 5 et 10) sert de butoir à l'axe.

Cette vis, creuse intérieurement, contient un ressort à boudin qui agit sur un goujon en acier à tête arrondie *r'*, agissant à son tour sur un pointal en acier engagé à l'extrémité de l'arbre; de cette façon celui-ci

se trouve constamment repoussé, et par suite la face du plateau fait pression élastique sur la circonférence du galet. Ce dernier communique ainsi par l'effet simple de la friction à l'arbre C', le mouvement de rotation continu qu'il reçoit du disque.

En outre, ce galet peut s'élever le long de l'arbre C', qui porte à cet effet une longue clavette, et sa douille est embrassée par un collier S, muni de petits galets *s* (fig. 8), qui rendent l'articulation plus douce, et il est terminé par un secteur denté S' (fig. 3). Ce secteur engrène avec un pignon *s'* monté sur l'axe du volant à main V; ce même axe est muni d'une roue à rochet *v* et d'un déclic *v'* (fig. 4), qui sert à maintenir le secteur à collier S,S' dans chacune des positions qui lui sont données, en faisant tourner à volonté à droite ou à gauche le volant V.

L'avantage qui résulte de cette disposition est de pouvoir rapprocher plus ou moins le galet F' du centre du disque F, de manière à varier la vitesse de l'axe vertical qui porte le panier : en effet, la vitesse est d'autant plus grande que la circonférence du galet de friction est plus éloignée du centre du disque F.

Ce déplacement peut être obtenu même pendant la marche; on peut commencer avec une vitesse presque inférieure à celle de l'arbre de commande E, et l'augmenter progressivement jusqu'à ce que le galet F' soit arrivé près de la circonférence du disque.

Cette transmission de mouvement à vitesses différentielles pendant la marche, permet d'obtenir une économie notable de force motrice, parce que, comme on sait, les appareils à force centrifuge absorbent une très-grande force au moment de la mise en train comparativement à celle nécessaire pour entretenir la vitesse acquise.

Il suit de là que si on est obligé de communiquer tout de suite le maximum de vitesse, le moteur est parfois insuffisant; ou, si les organes de transmission sont libres, telles que des courroies, par exemple, il existe un glissement très-prononcé.

Lorsque l'opération du séchage est terminée et que l'on a suspendu le mouvement de l'arbre moteur, en faisant passer la courroie de la poulie fixe sur la poulie folle, le panier tournerait encore assez longtemps par le fait de la vitesse acquise, si on n'avait un système de frein pour l'arrêter promptement.

Ce frein est composé simplement d'une lame flexible en acier *l* qui entoure sur un tiers environ de sa circonférence, la poulie J, fixée sur le manchon qui réunit les deux bouts de l'arbre C, C'. Cette lame est fixée d'un bout en *l'* (fig. 3) à la traverse H, et l'autre extrémité est articulée avec un levier horizontal L, qui oscille sur un centre fixe *n*, et sur la poignée duquel on agit pour faire appliquer le frein sur la poulie, et par suite provoquer l'arrêt du panier.

HYDRO-EXTRACTEUR DE M. GAUTRON,

REPRÉSENTÉ PAR LES FIG. 11 A 13.

La fig. 11 représente en section verticale faite par l'axe, un appareil complet de petites dimensions, destiné à être mis en mouvement à bras d'homme.

Les fig. 12 et 13 indiquent en sections verticale et horizontale, sur une grande échelle, la boîte à coussinet dans laquelle passe l'arbre vertical.

Le bâti de cette machine se compose d'une partie cylindrique A, fondue d'une seule pièce avec quatre pieds qui présentent à leur base des empattements triangulaires *a'*, pour mieux reposer sur le sol et y être fixés au besoin par des écrous.

La partie cylindrique est munie intérieurement d'une nervure circulaire sur laquelle repose l'enveloppe A'; cette nervure est reliée à la cuvette *c*, dans laquelle se loge une autre boîte *d* garnie de coussinets, qui maintiennent la verticalité de l'arbre C.

Ces coussinets, au nombre de quatre, sont composés chacun de morceaux de *nerfs de bœuf e* (fig. 12 et 13), d'une pièce de caoutchouc contre laquelle presse la vis *f*, par l'intermédiaire d'une plaque de métal; au moyen de cette vis, on règle la pression des coussinets, et le caoutchouc, par son élasticité, permet à l'arbre de prendre toujours des positions en rapport avec la répartition plus ou moins équilibrée de la charge.

Ce système de coussinets en nerfs de bœuf ainsi disposés constitue un perfectionnement notable qui fait partie essentielle du brevet de M. Gautron. Lorsqu'ils sont convenablement graissés, ce qui est très-facile à l'aide du petit tuyau *t* (fig. 11), muni d'un robinet placé sur le côté extérieur de l'enveloppe, ces coussinets ne s'échauffent jamais, quelle que soit la rapidité avec laquelle l'arbre tourne, et son usure, d'après les expériences faites par l'auteur, devient presque nulle.

Cela résulte, dit-il, de ce que les coussinets sont en plusieurs pièces et interrompus, comme on le remarque fig. 13, par des intervalles formés par le croisillon; alors le contact n'a pas lieu sur toute la circonférence de l'arbre à la fois, mais seulement en quatre points diamétralement opposés.

L'arbre vertical C est en outre maintenu par une pointe à vis *h*, engagée dans une traverse *h'* et pénétrant dans un trou central pratiqué à la partie supérieure de l'arbre, comme une pointe de tour, tandis que la partie inférieure tourne sur une crapaudine renfermée dans une boîte en fonte C', contenant de l'huile, et qui renferme, en outre, le pignon et la roue d'angle *i*; par ce moyen, la crapaudine et les roues sont parfaitement graissées.

L'arbre moteur E tourne dans deux paliers fondus avec l'enveloppe A

de la machine; il reçoit à l'une de ses extrémités la manivelle M, et près d'elle la roue F, qui engrène avec le pignon F' dont l'axe est muni d'une roue G engrenant avec le pignon G'. Celle-ci commande un pignon plus petit *h*, fixé sur l'arbre horizontal *j*, à l'extrémité duquel est calée la roue d'angle *i* qui transmet le mouvement à l'arbre vertical C.

Les deux petits arbres *k* et *k'* des roues et pignons intermédiaires sont montés, d'une part, sur des traverses fixées sur le bâti, et d'autre part, dans des coussinets rapportés sur un châssis en fonte D également boulonné sur le bâti, de sorte que tout l'ensemble du mécanisme est solidaire, et que l'on peut ainsi déplacer l'appareil sans rien démonter.

Le tambour ou panier B est en tôle, étamée intérieurement et extérieurement, pour éviter que les marchandises soient tachées de rouille, et il est percé d'un grand nombre de petits trous pour laisser l'eau s'échapper dans l'enveloppe.

On remarque que ce panier est conique et que la capacité ou cloison cylindrique *b* qui occupe son centre a la même forme. Cette dernière est coiffée d'un chapeau en métal *t*, sur lequel l'écrou *u* vient presser pour fixer le tambour sur l'arbre, conjointement avec la rondelle inférieure.

Cette forme conique du panier offre cet avantage, que les objets qui y sont renfermés, quoique projetés par la force centrifuge contre toute la circonférence intérieure, exercent une pression plus considérable à la base parce que l'effort de la masse sur cette paroi se fait sentir avec plus d'énergie à cet endroit, qui présente un plus grand développement. Comme cette base est consolidée par la traverse *v*, il en résulte que cette toupie conique présente une bien plus grande solidité sans être pour cela plus lourde.

Pour l'arrêter rapidement et sans choc, l'auteur a disposé dans l'intérieur de l'enveloppe B deux ressorts méplats en acier *l*, recouverts de cuir ou de caoutchouc et réunis par deux fortes lanières de cuir. La réunion de ces deux ressorts et des lanières forme un cercle qui entoure la circonférence extérieure de la toupie sans la toucher.

Ce cercle est maintenu en place à la hauteur d'un anneau en fer qui entoure et consolide la toupie, au moyen de deux ressorts à boudin recouverts de caoutchouc, et d'une tige méplate en fer K qui traverse l'enveloppe.

Cette tige est articulée avec une manette ou un levier à main *l*, qui a son centre de rotation en *l'*; il suffit alors de tirer ce levier pour serrer le frein; le cercle en acier recouvert du caoutchouc s'allonge, s'ovalise et presse à la fois sur deux points diamétralement opposés de la circonférence du panier; il exerce sur ces deux points un frottement plus ou moins considérable à volonté, suivant que l'on agit plus ou moins vigoureusement sur la manette; il en résulte, par suite, un ralentissement dans l'appareil, que l'on peut ainsi arrêter très-promptement et sans choc.

FILATURE DE LA SOIE

PROCÉDÉS DE DÉVIDAGE, FILAGE, DOUBLAGE ET RETORDAGE DE LA SOIE

PAR

M. AUBENAS, fils

FILATEUR A VALRÉAS (VAUCLUSE)

(FIG. 1 A 13, PL. 30)



Les procédés généralement en usage pour le traitement préparatoire de la soie consistent, comme on sait, en deux opérations principales :

La première est l'*ouvraison* ou *le tirage de la soie du cocon*.

La seconde le *moulinage*, qui comprend le *dévidage*, le *doublage* et la *torsion* que l'on fait subir à la soie grége, pour la transformer en fils propres à être décreusés et employés au tissage.

Le but tout spécial du système Aubenas, breveté le 8 mai 1855, est d'opérer l'*ouvraison de la soie en même temps que les diverses opérations qui constituent le moulinage*.

Des brevets nombreux ont été pris pour des appareils propres au filage de la soie, mais aucun d'eux, à notre connaissance, n'a donné les résultats qui ont été obtenus par la disposition particulière de M. Aubenas.

Nous pensons que la cause de l'insuccès des systèmes proposés avant lui pour le filage direct de la soie en bobines, provient de ce que la soie s'enroule avant d'être sèche, et le gluant qui lui est naturel la fait coller si bien, qu'on ne peut plus la dérouler de la bobine sans la casser à chaque instant.

Tandis que, au contraire, le succès de l'appareil de M. Aubenas, en dehors de la disposition mécanique qui a beaucoup d'analogie avec celle des métiers continus et d'autres machines employées dans la filature de coton, résulte :

1° De ce qu'il *file lentement*, ce qui permet à la soie de sécher avant d'arriver à la bobine;

2° De ce que cette soie parcourt un long chemin pour arriver à ladite bobine, ce qui lui donne encore plus de temps pour sécher;

3° Enfin, et surtout de ce qu'il met la bassine au premier étage, par exemple, et le métier à filer au rez-de-chaussée, ce qui fait que la plus grande partie du chemin parcouru par la soie, et l'endroit où le bobinage a lieu sont dans un air sec, au lieu d'être dans la buée de la chambre où l'on file, c'est-à-dire où se trouvent les bassines, buée qui rend le séchage impossible.

Par le procédé de M. Aubenas, la soie au lieu de s'envider sur une tavelle ou un roquet sous la forme de soie grége, c'est-à-dire non tordue, s'envide en se tordant, par le fait de l'appareil, recevant ainsi une torsion qui varie de 110 à 140 tours au mètre, selon le titre, pour le genre de *filature ouvraison* ou soie grége de la trame, mais qui est portée de 450 à 600 tours pour l'*organsin* (grége doublée avec une torsion considérable).

L'appareil peut s'appliquer également à l'ouvraison des soies gréges déjà filées. Dans cette application, quoique l'économie soit moins grande que dans la précédente, puisque l'opération du filage a eu lieu, on n'en réalise pas moins une économie notable sur les procédés d'ouvraison en usage.

La soie s'envide donc, par ce procédé, sur un roquet ou bobine avec une première torsion plus ou moins considérable, très-grande, par exemple, pour le crêpe.

En réunissant ensuite, au moyen d'un appareil semblable, deux ou un plus grand nombre de fils qui ont reçu ce premier apprêt, on peut fabriquer des organsins, des soies à coudre, du poil, de la trame, etc.

Ainsi la soie sortant de la bassine, ou placée en flotte sur un *guindre* ou *tavelle*, ou bien envidée sur un roquet, on peut, avec l'appareil, filer ou dévider, purger et tordre à un ou plusieurs bouts, quel que soit le degré de torsion qu'on veuille donner au fil. La soie est rendue ouvrée, par une seule opération pour les fils qui ne demandent qu'un seul apprêt, comme le crêpe, et par deux opérations pour tous les autres genres.

Pour la *trame*, il faudra donc naturellement un de ces appareils pour deux bouts, ces deux bouts se réunissant au sortir de l'appareil.

Pour le *crêpe* un appareil par bout.

Pour l'*organsin* trois appareils, deux pour le premier apprêt et un pour le retordage.

La description détaillée des appareils qui permettent d'arriver à ces résultats va mieux faire comprendre la valeur de ces procédés.

DESCRIPTION DES APPAREILS DE M. AUBENAS, REPRÉSENTÉS PAR LES FIG. 1 A 13, PL. 30.

La fig. 1 est une section verticale et longitudinale de l'appareil à bassine dans lequel se filent les cocons, avec le fourneau qui sert à chauffer l'eau de la bassine.

Cet appareil est situé à l'étage supérieur de l'usine.

La fig. 2 est une section transversale faite suivant la ligne 1-2.

La fig. 3 indique en coupe verticale et transversale la cloison creuse par laquelle les fils de soie venant de l'appareil à bassine, descendent à l'étage inférieur pour y être filés et tordus.

La fig. 4 représente vue de face, le bâti coupé, le métier à filer et tordre la soie portant les bobines à ailettes dites *croiseurs-Aubenas*. Ce second appareil est situé au rez-de-chaussée ou à l'étage inférieur.

La fig. 5 le représente en section transversale faite suivant la ligne 3-4.

La fig. 6 est une vue de côté, à une échelle double des figures précédentes, indiquant la transmission de mouvement.

La fig. 7 est une élévation, vue de face, d'un des *croiseurs* du métier représenté fig. 4 à 6.

La fig. 8 est le plan de détail de l'extrémité du châssis ou support qui porte le croiseur, et du verrou au moyen duquel on peut éloigner les cônes de friction l'un de l'autre et arrêter l'une des broches indépendamment de toutes les autres.

Les fig. 9, 10, 11, 12 indiquent en détail, de côté, de face, en plan et en section, une disposition du croiseur dans laquelle il n'y a aucune roue d'engrenage.

La fig. 13 représente de face et de côté un des petits roquets par-dessus lesquels la soie passe dans son trajet de l'étage supérieur à l'étage inférieur.

Appareil a bassine. — Cet appareil, dans lequel se filent les cocons, est monté, comme l'indiquent les fig. 1 et 2, sur un châssis rectangulaire en bois A, supporté par quatre pieds tournés A′ réunis, comme une table ordinaire, par un croisillon B. Le milieu de ce châssis est occupé par la bassine à eau chaude C, celle-ci est en tôle mince séparée par des cloisons *c* (fig. 1), et le fond est percé d'un grand nombre de petits trous qui établissent la communication du liquide de l'intérieur de cette bassine avec son enveloppe D. Cette dernière est elle-même enveloppée par une troisième capacité E, en communication par une de ses extrémités avec le petit fourneau ou poêle en fonte F, et par l'autre avec un tuyau vertical G, qui sert d'échappement au produit de la combustion du charbon ou du bois avec lequel le poêle est alimenté, pour opérer le chauffage du liquide contenu dans la bassine. Ce tuyau est recourbé à son sommet et se prolonge horizontalement, pour se redresser ensuite dans la direction con-

venable afin de rejoindre la cheminée ; il a une autre communication avec le poêle au moyen du second tuyau vertical G′, partant directement d'une tubulure ménagée sur le côté de celui-ci.

Les deux tuyaux sont munis des papillons ou registres *g* et *g′* à l'aide desquels on règle, à volonté, l'activité du passage de la flamme et de la fumée sous la bassine; il suffit, en effet, de fermer complétement le registre *g′* pour que tous les produits de la combustion passent par la capacité E, ou bien, au contraire, de fermer le registre *g* en laissant celui *g′* ouvert, pour que ces produits passent directement du poêle dans le tuyau d'échappement G′. On comprend alors qu'en ouvrant plus ou moins l'un et l'autre de ces deux registres on puisse régler très-aisément la température de l'eau dans la bassine, puisqu'on active ainsi plus ou moins son chauffage.

Le poêle chauffe en même temps que la bassine, un vase placé directement au-dessus du foyer, qui contient l'eau nécessaire au dégagement du *frison* par le *battage* et la *purge;* après quoi l'ouvrière les distribue suivant leurs couleurs plus ou moins foncées dans les compartiments de la bassine.

La table en bois est garantie de la chaleur rayonnante que dégage le poêle par un petit tablier en tôle mince H placé sur le côté. Dans les grandes usines le poêle est remplacé par un chauffage à la vapeur ou à l'eau chaude, provenant d'une chaudière placée à une distance assez considérable de l'appareil.

Le tuyau horizontal est supporté par deux brides méplates en fer *i* soutenues par quatre petites colonnes en fer I, fixées par leur base à la table. Les deux brides prolongées supportent la réglette en bois a^3 à laquelle sont fixés les roquets supérieurs b^2, qui sont formés, comme l'indique le détail fig. 13, de fils de fer rond courbés, soudés après un petit moyeu en fer-blanc, monté fou sur une tige coudée d'équerre, et maintenu sur celle-ci par deux rondelles en caoutchouc.

Aux deux colonnettes du second plan sont fixées trois autres petites règles *a*, *a′*, a^2. La première est garnie de petits guides en verre nommés *queues de cochon*, dans lesquels passent les fils provenant des cocons contenus dans les compartiments de la bassine. Ces fils vont de là sur les roquets *b′*, fixés sur la troisième réglette a^2, et descendent sur les roquets *b* de la seconde réglette *a′*, pour s'élever ensuite et passer sur les roquets b^2, d'où ils sont dirigés sur ceux b^3 (fig. 3).

Ces derniers sont montés sur une règle clouée à la paroi interne de la cloison creuse J, dans laquelle les fils descendent à l'étage inférieur où se trouve le métier à filer. Cette cloison peut être plus ou moins éloignée de l'appareil à bassine, mais cependant il est bon de conserver une distance assez courte pour que l'ouvrière qui doit se tenir entre l'appareil et la cloison, puisse, au besoin, rattacher les fils qui viennent à se casser, sans avoir pour cela un trop long chemin à faire.

MÉTIER A FILER ET A TORDRE. — L'organe principal de ce métier, qui peut être composé d'un plus ou moins grand nombre d'éléments est, comme nous l'avons dit, la disposition particulière des bobines à ailettes que l'auteur nomme *croiseurs-Aubenas*. Ces croiseurs peuvent être construits de deux façons, soit comme le représentent les fig. 4, 5, 7 et 8 avec une transmission au moyen de roues d'engrenage, soit plus simplement et plus économiquement par deux cônes de friction, comme l'indiquent les fig. 9 et 10.

Dans la première disposition la bobine *d* est montée sur un axe vertical *e*, traversant librement un plateau *f*, et maintenu vers le milieu par un collet *h*, tandis que l'extrémité inférieure terminée par une pointe tourne sur un support *j* formant crapaudine. Un galet conique *k* est fixé sur le fuseau *e*, et lui transmet le mouvement qu'il reçoit par simple friction d'un plateau vertical en bois K. Le fuseau tourne donc avec une certaine vitesse dépendante de celle de ce plateau de friction, tandis que le petit plateau horizontal *f*, qui fait corps avec la petite roue *f'* (fig. 7 et 8), est animé d'une autre vitesse au moyen d'un pignon *l*, monté sur un axe parallèle à celui *e*, et maintenu avec lui dans les mêmes supports *h* et *j*. Ce second axe est muni d'une petite roue *l'* commandée par celle *e'* fixée sur le fuseau *e*, de sorte que malgré que ce soit le plateau de friction qui commande à la fois la bobine et le petit plateau *f*, celui-ci tourne avec une vitesse différente, que déterminent les rapports qui existent entre les diamètres des engrenages.

Le plateau *f* est muni de deux branches *m*, formées chacune d'un fil de fer recourbé de façon à présenter une rainure verticale, qui sert de guide à chacune des branches de la pièce M. A cet effet, les extrémités inférieures de celles-ci sont munies de vis engagées dans les rainures de chacune des branches *m*.

Le milieu cintré de la pièce M porte un renflement dont le centre est muni d'un tube en verre *m'* (fig. 12), et son extérieur est tourné de façon à présenter une gorge entourée par des collets en corne *n*, fixés sur une règle en bois N. Cette règle, comme nous le verrons plus loin, est animée d'un mouvement rectiligne de va-et-vient qui fait monter et descendre l'ailette M, afin que celle-ci puisse distribuer la soie sur toute la hauteur de la bobine. A cet effet, les fils à tordre, guidés par un petit cylindre en verre *n'* fixé sur la règle par un collier en cuivre, passent par le tube en verre *m'*, et, traversant les deux barbins *o*, vont s'enrouler autour de la bobine.

La rotation du plateau *f*, et par conséquent de l'ailette M, produit l'envidage; celle du fuseau *e* muni de la bobine, tord la soie; enfin, le mouvement lent d'ascension et de descente de l'ailette garnie de ses barbins *o*, la distribue également sur toute la hauteur de la bobine.

Pour varier la torsion dans de certaines limites, il suffit de changer la bobine; par exemple, si on veut tordre plus, il faut une petite bobine, et

pour tordre moins, il la faut plus grosse, puisque la torsion varie selon la circonférence de l'envidage. Il suffit donc d'avoir des séries de bobines, classées par numéro d'après les degrés de torsion que l'on veut obtenir.

Les effets que nous venons de décrire sont obtenus dans les mêmes conditions au moyen de la dispositon représentée fig. 9 et 10; elle ne diffère, du reste, de la précédente que par la suppression des engrenages et de l'axe intermédiaire, qui sont remplacés par un second cône de friction k', faisant partie du plateau f. Ce second cône garni de son plateau est fou sur l'arbre e avec lequel la bobine est fixée ainsi que le premier cône k. Le même plateau conique K donne alors à la fois le mouvement rotatif à la bobine et à l'ailette M, et cela avec des vitesses différentes qui résultent de la différence des diamètres des petits cônes k et k', et de celle des surfaces k^2 et k^3 (fig. 9 et 10), du plateau K en contact avec les cônes.

Chacun des appareils est fixé par ses supports h et j à un cadre L, oscillant par un de ses bouts sur une broche en fer p (fig. 7 et 8), tandis que l'autre est garni d'un ressort p' en contact avec une seconde broche fixée sur la table A, qui, avec les pieds A′ et la traverse B forment le bâti de la machine.

Sur cette même table, vis-à-vis de chacune des broches, est monté sur une pointe, un petit excentrique p^2 sur lequel le cadre L, poussé par un cadre p', vient s'appuyer. Quand ce petit excentrique est dans la position indiquée fig. 8, l'appareil ne marche pas, parce que le ressort maintient les cônes de friction éloignés de leur plateau de commande; mais lorsqu'on le fait tourner de façon à ce que l'une de ses parties saillantes soit perpendiculaire à cette position, le cadre poussé contre le plateau comprime le ressort et maintient les cônes en contact, et par conséquent l'appareil se met en mouvement.

Comme on le voit sur la fig. 4, tous les plateaux de friction K sont montés sur un même arbre horizontal K′, supporté à ses extrémités par des paliers en bois vissés sous le châssis de la table A, et tous les cadres L sont réunis sur cette même table par un second châssis P, soutenu par quatre petites colonnes tournées P′; les deux du second plan sont plus élevées pour supporter une tablette Q et deux branches en fer i', auxquelles est fixée la réglette a^4 munie des roquets b^4.

Ces roquets guident les fils venant de l'appareil à bassine, en passant par la cloison creuse J pour les conduire aux bobines; et la tablette Q, supportée en outre par des consoles Q′ (fig. 4, 5 et 6), réunit avec le châssis P deux montants verticaux R, qui servent de guide à la règle en bois N, munie des ailettes M.

Cette règle, comme nous l'avons dit, doit être animée d'un mouvement vertical de va-et-vient. A cet effet, elle est reliée à ses deux extrémités par des tringles méplates r, à des leviers à coulisse r' montés aux deux bouts d'un arbre horizontal S.

Du côté de la commande, le levier r' est relié à une petite bielle s, et celle-

ci à une roue S′ engrenant avec un pignon s′. Sur l'axe de ce dernier est fixée une autre roue qui engrène avec un petit pignon, dont l'axe est muni de la grande roue T, commandée par le pignon *t*. Celui-ci est fixé à l'extrémité de l'arbre K′, garni des plateaux K transmettant le mouvement à tous les croiseurs.

Il résulte de cette transmission de mouvement que lorsqu'on agit sur la manivelle M′, non-seulement on fait tourner les bobines et les ailettes avec une grande rapidité, mais encore on produit le mouvement très-lent de *monte et baisse*, qui distribue régulièrement, au moyen des ailettes, les fils sur toute la hauteur des bobines au fur et à mesure de l'envidage.

APPLICATIONS ET AVANTAGES DU SYSTÈME.

Les deux appareils que nous avons représentés et qui forment l'ensemble du procédé de M. Aubenas, reçoivent dans leur application sur une grande échelle, des modifications comme construction, mais qui pourtant ne changent rien à la marche des opérations que nous venons de décrire. Ainsi, l'appareil à bassine (fig. 1 et 2) est beaucoup plus long; il règne sur toute la longueur ou la largeur de l'étage supérieur de l'usine, et au lieu d'une table avec des pieds tournés, ce sont de solides montants équarris assemblés avec un châssis; dans ce cas, la bassine est chauffée par des tuyaux de vapeur qui circulent en dessous, et une petite chaudière est disposée à la place la plus convenable pour faciliter les opérations du *battage et de la purge*.

Il en est de même du métier à filer, qui porte alors un très-grand nombre de *croiseurs* rangés sur une même ligne et actionnés par un même arbre horizontal, au moyen d'une manivelle mue par l'ouvrier. Celui-ci peut aussi, comme chaque appareil croiseur est très-léger, commander à la fois deux rangs de bobines avec la transmission de mouvement placée au milieu de ce double métier.

On peut aussi au besoin, sur le même métier, opérer le filage de la soie provenant des cocons, et retordre en réunissant plusieurs fils de cette soie déjà tordue; il suffit pour cela, comme on l'a supposé sur la dernière bobine à gauche de la fig. 4, de monter le plateau de commande K^2 à droite de son cône de friction; alors la bobine et son ailette marchent en sens inverse, et la torsion qui réunit les deux fils se faisant dans un sens différent de celui qui avait eu lieu pour le premier travail, il n'y a pas alors détorsion des premiers fils.

Voici, d'après M. Aubenas, les avantages que réalise son système établi dans son usine depuis deux ans.

On obtient de la soie ouvrée avec les mêmes frais que la soie grége, puisque l'on supprime l'ouvraison spéciale.

On évite les déchets par la lenteur avec laquelle la soie est divisée de chaque cocon : le bout dévidant de 20 à 30 mètres par minute ne rompt jamais.

Le fil est net et sans bouchon, le petit peloton que fait le ver dans ses temps d'arrêt ayant tout le temps de se dévider.

Le dévidage lent évite le deuxième battage des cocons, si souvent nécessaire avec le système ordinaire; l'on évite donc la main-d'œuvre et les déchets.

La soie est très-nerveuse, puisqu'elle reçoit le tors avant que sa gomme ne soit complétement sèche.

En raison de la lenteur du dévidage qui évite les ruptures, une ouvrière fileuse peut surveiller 35 à 40 fils de 4 à 5 cocons, tandis que dans le système ordinaire elle n'en surveille que 5 ou 6.

M. Aubenas estime que chaque fuseau doubleur, tordeur envideur, peut donner par journée de travail, 15 à 20 grammes de soie, et qu'une usine de son système pouvant produire 15,000 kilogrammes de trame en 300 jours de travail par année, peut coûter pour son établissement complet 150 à 200,000 fr.

Pour le tirage des cocons en soie grége, il faut, dit-il, en cocons secs de première qualité, 4 kilog. à 4k 10, pour produire 1 kilog. de soie.

Il faut ensuite une dépense de 6 à 7 fr. par kilogramme pour la transformation de la soie grége en soie trame, avec un déchet de 2 à 3 p. 0/0 pour les soies les meilleures; mais ce déchet est compris dans cette dépense de 6 à 7 fr., montant de l'ouvraison.

Avec le système dont il s'agit, on obtient la soie toute ouvrée en trame, par la seule opération du tirage des cocons et avec une dépense moins forte de cette première matière.

PROCÉDÉS ANCIENS.

Filature et ouvraison de soie produites de cocons au prix de 25 fr. le kil.

Tirage. Cocons : 4k 10 à 25 fr.	102 fr. 50 c.
Façon de filature	8 »
Ouvraison en trame	7 »
Prix de revient	117 fr. 50 c.

PROCÉDÉS AUBENAS.

Tirage ouvraison en soie trame. Cocons : 3k 80 à 25 fr.	95 fr. » c.
Façon de tirage ouvraison	10 »
Prix de revient	105 fr. » c.
Bénéfice par kilogramme	12 50
Somme égale	117 fr. 50 c.

M. Aubenas, voulant rester de beaucoup en dessous de la réalité, ne compte le bénéfice que de 8 p. 0/0; il en résulte que 15,000 kilogrammes à 8 fr. par kilogramme, donneraient encore 120,000 fr. par an, en admettant une dépense maximum d'usine de 200,000 fr.

APPAREIL
A FILER, DOUBLER ET RETORDRE LA SOIE

PAR M. DICKENS, de Middleton

(REPRÉSENTÉ PAR LES FIG. 14 A 16, PL. 30)

M. Dickens, teinturier en soieries à Middleton, dans le comté de Lancaster (Angleterre), s'est fait breveter en France, le 26 mai 1856, pour quelques combinaisons mécaniques applicables principalement aux métiers à filer la soie, qui nous ont paru offrir quelque intérêt, venant à la suite des procédés de M. Aubenas.

Ils consistent :

1° En un moyen de communiquer le mouvement aux broches et bobines, par l'application d'une série d'arbres ou broches supplémentaires, pour transmettre le mouvement du premier moteur ;

2° En une disposition permettant d'arrêter le mouvement des broches ou bobines, lorsqu'un ou plusieurs des fils en train de se combiner viennent à se casser.

La fig. 14 représente en section transversale un métier à filer muni de ces nouvelles combinaisons ; la portion de gauche est disposée pour effectuer le filage de la soie directement au sortir des cocons, et la portion de droite pour doubler et tordre (ou organsiner) de la soie en une seule opération.

La fig. 15 est une vue de face, correspondante au côté droit de la fig. 14, de l'extrémité du métier ; et la fig. 16, un détail du mode de débrayage partiel de chacune des bobines.

A la partie supérieure du bâti de cette machine, composé comme les métiers ordinaires à filer et les bancs à broches, de montants verticaux en fonte A, est montée une bassine C, contenant du savon et de l'eau, ou tout autre liquide convenable, et pouvant se chauffer par un tuyau de vapeur *c*.

On place les cocons dans cette bassine, et on fait passer le nombre de fils ou brins que l'on veut combiner au-dessus d'une tringle *a*. De là, ils passent par-dessus une barre *b*, dont le bord est formé de façon à nettoyer la matière. Ensuite, ils sont engagés dans l'œil de l'une des ailettes *f* de la rangée.

Cette ailette est adaptée à l'extrémité supérieure d'une broche *e*, qui traverse un collet ou coussinet formé dans une plate bande *h*, et le pivot de cette broche est supporté par une seconde plate-bande *i*.

Sur la broche est une petite poulie folle *k*, autour de laquelle passe une

corde, qui de là se rend au tambour K, comme cela se fait dans la plupart des machines de ce genre.

La poulie *k* est munie d'une griffe *m*, embrayant avec une autre fixée à la broche, et cette griffe est maintenue dans cette position pendant la marche ordinaire de la machine, au moyen d'un levier à fourche *o*, dont l'extrémité est assez pesante pour cela. Mais en faisant tourner ce levier sur son point d'appui, on dégage les griffes l'une de l'autre, et la broche est ainsi isolée du mouvement de la machine. L'amplitude du mouvement du levier est réglée par le moyen d'un secteur *p* muni de deux arrêts.

Sur chaque broche *e* est monté un pignon *e'* engrenant dans un autre *l*, monté sur une série pareille de broches ou axes supplémentaires très-courts, qui portent aussi, à leur extrémité supérieure, un pignon *l'* engrenant avec un quatrième pignon *f'*, fou sur la broche *e*; le moyeu de ce dernier pignon porte un goujon *n*, qui s'élève verticalement et passe à travers la rondelle inférieure de la bobine *d*, laquelle repose sur la plate-bande mobile N, qui monte et descend par le système ordinaire au moyen de la camme S, et d'un levier qui soulève la tringle T.

L'ouverture faite dans la plate-bande mobile N, pour le passage de la broche, est suffisamment agrandie pour permettre au goujon *n* de tourner.

Par cette disposition, on doit comprendre que les fils venant des cocons, et réunis en passant par-dessus leurs guides, doivent être tordus par l'action de l'ailette *f*, et envidés sur la bobine *d*, comme dans les métiers à filer continus ordinaires, avec cette différence cependant que, dans le cas actuel, l'envidage ne se fait pas par la traction ou entraînement, mais par suite d'un mouvement positif transmis à la bobine.

Comme le degré de torsion donné à la matière est réglé par les vitesses relatives de la broche et de la bobine, il devient évident que, si elles étaient commandées indépendamment l'une de l'autre, par le tambour ou autre organe pouvant transmettre un mouvement de rotation, tout glissement d'une courroie ou corde détruirait ces vitesses relatives, et les fils se combineraient avec des nombres de tours variables pour une même longueur donnée. C'est afin d'empêcher qu'un tel effet se produise, et pour permettre d'intercepter isolément la commande de chaque broche, que la série d'axes supplémentaires munie des petites roues de transmission est appliquée.

Ainsi, par cette disposition, les broches étant mises en mouvement communiquent leur rotation aux bobines par le moyen des pignons *e'*, *l*, *l'*, *f'*. Il en résulte que les vitesses relatives doivent avoir entre elles une proportion fixe, que l'on peut déterminer selon la torsion voulue, en proportionnant convenablement le nombre de dents.

Ce qui précède constitue l'opération désignée communément, dans le commerce des soies, sous le nom de filage (spinning), en ce sens qu'un certain nombre de brins sont réunis avec torsion; mais cette méthode

diffère de celle ordinairement en usage, quant à l'emploi de l'ailette. Cependant, si on le désire, cette partie de l'invention peut s'adapter aux machines ordinaires à filer la soie, c'est-à-dire à celles dans lesquelles la torsion s'effectue en faisant tourner une bobine sur laquelle la matière a été envidée, en faisant en même temps passer cette matière sur une seconde bobine animée d'un mouvement transmis à sa surface.

Pour atteindre ce résultat, il suffit d'y adapter une série d'arbres supplémentaires pour transmettre le mouvement des axes des bobines aux rouleaux, dont la surface transmet le mouvement aux secondes bobines.

Telle est l'invention appliquée à la production de fils filés directement au sortir des cocons; mais si on le désire les fils des métiers ordinaires peuvent être envidés sur des bobines, qui sont ensuite adaptées à des broches sur la machine au lieu des cocons. C'est ce qui est indiqué sur la partie droite de la fig. 14 et sur la fig. 15.

Les bobines B, qui reçoivent la soie envidée, sont montées sur des broches *b*, sur lesquelles elles peuvent tourner librement. En sortant de ces bobines les fils passent au-dessus d'une tringle *a*, de là dans des œils ou crochets *a'*, puis par-dessus une seconde tringle a^2, pour enfin arriver aux ailettes *f*.

Ces ailettes sont montées sur des broches *c* supportées par des plates-bandes *h* et *i*; elles sont commandées, ainsi que les bobines, par l'intermédiaire des roues *e'*, *l*, *l'*, *f'*, des petites poulies *k* et du tambour K, de façon à obtenir les vitesses relatives voulues des broches et des bobines, comme dans le mécanisme précédemment décrit. La seule différence est que, dans le cas actuel, les arbres supplémentaires sont moteurs, tandis que, dans le premier cas, c'étaient les broches qui recevaient en premier lieu la puissance motrice. Le résultat est néanmoins le même.

Il est évident que dans l'un et l'autre cas, lors même que la corde du tambour glisserait, les rotations des bobines seraient toujours en rapport avec celles des ailettes, quoique leur action combinée puisse être accélérée ou retardée.

Sur l'arbre du tambour K est une vis sans fin *t*, indiquée en ligne ponctuée, par laquelle le mouvement est communiqué à un arbre U dont l'extrémité inférieure porte à son tour une vis sans fin *u*, destinée à faire tourner la roue R de l'arbre *r*.

Cet arbre est muni d'une camme S, qui agit contre le galet du levier coudé S', relié par la chaîne *t'* à la tige T; celle-ci a pour mission de soulever la plate-bande N, qui produit la distribution du fil et la formation de la bobine.

Chaque fil venant des bobines B passe sous un crochet *a'*, formé au bout d'un fil de métal monté de manière à pouvoir osciller sur un goujon *v*; ces fils métalliques sont indépendants les uns des autres, et sont par conséquent susceptibles de se mouvoir séparément.

Un second fil de métal recourbé, dont les deux bras latéraux son

réunis en travers de chaque paire de fil a', est monté de façon à pouvoir tourner sur l'axe v, permettant ainsi l'abaissement de la partie antérieure courbée ; mais ils sont maintenus, relevés dans la position indiquée fig. 14, pendant la fonction régulière de la machine, parce que leur bout interne est un peu plus pesant.

A la partie courbée de ces dits fils de métal ou cerceaux, s'attachent des tringles v' (fig. 14 et 16), qui sont reliées, à leur extrémité inférieure, à une série de crochets x oscillant sur des goujons fixés à une traverse X. A cette traverse s'articule une des extrémités d'un levier coudé X', dont l'autre extrémité se relie à un levier Y (fig. 14), monté sur un axe, sur lequel il oscille par l'effet d'une camme Z montée sur l'arbre U.

Pendant que la machine fonctionne et que les fils se dévident des bobines, les crochets a' sont maintenus soulevés, comme les figures l'indiquent. Mais dès qu'un fil d'une de ces bobines vient à se rompre, son crochet n'est plus soutenu et il tombe par son propre poids sur la partie courbée du fil de métal, dont le poids du bout le plus lourd est alors vaincu, ce qui le force à osciller et permet à la tringle v' et à son crochet correspondant x de tomber.

Ce changement dans la position des pièces amène ledit crochet à la portée d'un goujon saillant à l'extrémité d'un levier coudé x', dont le bras nférieur est relié à un des manchons d'embrayage m, au moyen duquel chaque arbre supplémentaire reçoit son mouvement ; le va-et-vient de la barre X fait alors frapper le goujon qui termine le levier x' par le crochet x, et ce levier oscillant sur son centre fait débrayer la griffe m, ce qui arrête le mouvement de la broche et de la bobine.

Lorsque l'ouvrier a rattaché le fil rompu, le levier coudé x' est remis dans sa première position, ce qui fait de nouveau embrayer la griffe.

Nous croyons savoir que l'inventeur, M. Dickens, après avoir monté une fabrique sur ce système, en Angleterre, s'ocupe d'en établir une également en France.

FILATURE DU LIN ET DU CHANVRE

BANC A BROCHES

EN MOYEN ET EN GROS

A MOUVEMENT DIFFÉRENTIEL RÉGULATEUR

PERFECTIONNÉ ET CONSTRUIT

Par **M. FAIRBAIRN**, de Leeds (Angleterre)

(PLANCHES 31, 32 ET 33)

Le système que nous appelons à *mouvement différentiel régulateur*, se distingue de celui que nous avons décrit dans le VI[e] volume précédent, par un mécanisme essentiellement différent du cône en usage jusque-là, et qui, appliqué aux métiers à lin ou à chanvre, présente des avantages incontestables sur celui-ci.

On se rappelle sans doute que la condition importante à remplir dans un banc à broches, consiste d'une part, à augmenter graduellement la vitesse de rotation de la bobine à chaque couche successive de fils, et d'autre part, à ralentir au contraire la marche ascensionnelle du chariot porte-bobine.

On sait, en effet, comme nous venons de l'expliquer, que les broches à ailettes qui conduisent les fils sur la circonférence des bobines sont animées d'un mouvement de rotation continu et constant, et que les cylindres étireurs qui débitent ces fils tournent également d'une manière régulière; par conséquent, il est indispensable que les bobines reçoivent toujours la même longueur de fils, quelle que soit d'ailleurs leur grosseur, c'est-à-dire quelle que soit l'augmentation de diamètre résultant de la superposition successive des couches.

Or, c'est justement la différence de vitesse entre les broches et les bobines qui détermine le renvidage, et si, comme dans le métier que nous décrivons, ce sont les broches qui tournent plus rapidement, il faut nécessairement que la vitesse des bobines augmente après chaque couche de

fils, dans une proportion correspondante à l'accroissement de leur diamètre.

Au contraire, le chariot qui doit monter et descendre pour que les fils s'enroulent sur toute la hauteur de la fusée cylindrique des bobines, en décrivant des hélices d'un pas très-fin, doit évidemment ralentir son mouvement en proportion inverse du diamètre.

C'est pour produire ce double effet que Houldsworth a imaginé, vers 1826, l'ingénieux mécanisme du mouvement différentiel qui est appliqué avec tant de succès sur tous les bancs à broches, et dans d'autres appareils.

Mais, pour régulariser ce mouvement, c'est-à-dire pour faire varier d'une manière régulière la vitesse de la roue différentielle, l'auteur a employé un mécanisme spécial qui, appliqué dans une grande partie des métiers exécutés jusqu'alors soit pour le coton, soit pour le chanvre ou le lin, consiste en un long cône sur la circonférence duquel passe une courroie qui change de position successivement de la plus petite à la plus grande base.

Le cône dont il s'agit est commandé par une poulie à vitesse invariable, laquelle est disposée sur un axe, de façon à faire parcourir à la courroie qui les relie toutes les parties du cône depuis le plus petit diamètre jusqu'au plus grand, pendant le temps que la bobine met à se remplir. Dans cette marche de la courroie, le cône ralentit son mouvement pour diminuer la marche alternative du chariot porte-bobines appelé *monte et baisse*, en même temps qu'il ralentit la marche de la roue principale du mouvement différentiel pour augmenter, comme nous le verrons plus loin, la vitesse rotative de la bobine.

Cet ingénieux mouvement à double effet doit s'effectuer avec une grande précision, si l'on veut que la bobine se remplisse bien régulièrement; il est donc indispensable que la courroie ne glisse pas sur le cône, principal organe de ce mouvement. Mais il n'en est pas toujours ainsi, la courroie glisse souvent sur le petit diamètre du cône, et conséquemment ne peut pas lui transmettre le mouvement de la poulie d'une manière régulière : il en résulte que le renvidage de la bobine s'effectue mal surtout en commençant; l'ouvrière chargée de la machine est forcée de l'arrêter, pour réparer le mal causé par le retard du mouvement à double effet de l'axe du cône. C'est pour remédier à ces temps d'arrêt préjudiciables à la qualité comme à la quantité du travail, que M. Fairbairn de Leeds a imaginé le système que nous allons décrire, et qui est appliqué depuis plusieurs années dans le banc à broches de la construction de cet habile mécanicien.

Avant lui, divers constructeurs ont cherché à modifier ce mécanisme, dans le but d'éviter les irrégularités, qui se produisent, comme nous venons de le faire remarquer, par le glissement de la courroie, surtout lorsqu'elle se trouve sur la plus petite partie du cône, inconvénient qui a lieu particulièrement dans les broches à laine et surtout dans les broches à lin et à

chanvre, dont les bobines sont plus grosses et plus lourdes que celles pour le coton.

Ainsi, MM. Windsor frères, de Lille, ont remplacé la courroie par un galet de friction qui est pressé avec une certaine force sur la surface même du cône, qu'ils disposent alors de façon à ce que la génératrice supérieure de contact se trouve sur un plan horizontal, de telle sorte que par suite, son axe est naturellement incliné, et porte un pignon à dentures obliques qui commande la roue différentielle.

Le perfectionnement que M. Fairbairn, de Leeds, a appliqué depuis quelques années, consiste à faire promener également un galet, de la circonférence au centre de deux disques horizontaux animés, comme le cône précédent, d'un mouvement de rotation continu.

On verra que c'est le déplacement successif de ce galet, entraîné dans la rotation des disques, qui détermine le ralentissement graduel du chariot et en même temps celui de la roue différentielle, et par suite la marche progressive des bobines.

Ce système, comme celui de Windsor et le cône de Houldsworth, effectue simultanément et très-régulièrement deux mouvements opposés, c'est-à-dire l'augmentaion de la vitesse des bobines et la diminution de celle du chariot, ce qui est une condition essentielle pour que l'envidage soit bien uniforme. Il est évident, en effet, que si la marche du chariot s'opérait indépendamment du mouvement des bobines, comme on l'a fait, en origine, dans les premiers métiers, on ne pourrait pas être certain de la parfaite harmonie qui doit avoir lieu entre les deux mouvements.

Ce métier diffère encore du banc à broches ordinaire à coton, par l'application des peignes ou *gills* qui servent à maintenir les filaments du lin ou du chanvre dans des directions parallèles, pendant l'étirage. On a reconnu l'utilité de ces *gills* dans cette machine comme dans les préparations précédentes, à cause de la longueur même de la matière textile qu'il importe de retenir et de bien diriger.

Il se distingue aussi par sa construction générale, qui est nécessairement plus forte, plus solide, dans toutes ses parties, parce qu'il s'applique à des matières plus résistantes, qui exigent plus de force pour être travaillées. Ainsi, les bobines sont beaucoup plus grosses pour le lin et surtout pour le chanvre que pour le coton, et par suite les broches sont d'une dimention notablement plus grande; il en résulte que les mouvements eux-mêmes sont nécessairement plus forts, et par conséquent tout le mécanisme, jusqu'au bâti lui-même, est augmenté dans des proportions correspondantes.

Telles sont les particularités dictinctives du banc à broches que nous avons relevé à la filature de Saint-Martin, avec l'autorisation de M. Brière, qui ne cesse de nous communiquer sur tous les métiers de filature en général, des documents pratiques très-précis que nous sommes heureux de donner dans notre Recueil.

DESCRIPTION DU BANC A BROCHES REPRÉSENTÉ PL. 31, 32 ET 33.

La fig. 1 (planche 31) est une vue de face extérieure de l'extrémité du banc à broches tout monté, du côté de la commande.

La fig. 2 est une section transversale correspondante à la fig. 1, et faite suivant la ligne 1-2.

La fig. 3 (planche 32) représente l'extrémité opposée du même banc à broches, vu par derrière du côté du mouvement différentiel.

La fig. 4 est une seconde section transversale correspondante à cette dernière figure, suivant la ligne 3-4.

La fig. 5 (planche 33) est une vue extérieure de côté, des engrenages qui transmettent le mouvement aux étireurs et aux peignes ou *gills*.

Les fig. 6 et 7 indiquent en plan horizontal, vu en-dessus, et en section verticale faite suivant la ligne 5-6, la tête de la machine. Sur la partie de gauche de ces figures les peignes sont supposés enlevés.

Les fig. 8 et 9 (planche 31) sont des détails d'une poulie dentée intérieurement, qui transmet le mouvement ascendant et descendant au chariot porte-bobines.

La fig. 10 est un plan vu en dessus d'une portion de ce chariot.

Toutes ces figures sont dessinées à l'échelle de 1/10.

La fig. 11 est une section horizontale, à l'échelle de 1/5, de la crémaillère après laquelle le chariot est fixé, et son pignon de commande.

La fig. 12 indique en section verticale un des manchons porte-bobines traversé par la broche.

La fig. 13 fait voir l'assemblage des deux plateaux et du galet de friction transmettant le mouvement différentiel.

Les fig. 14, 15 et 16 (pl. 32) donnent d'autres détails sur la construction du mouvement différentiel.

La fig. 17 représente un des peignes à l'échelle de 1/5, en élévation, en plan et en vue de côté.

La fig. 18 est le détail d'un des cylindres étireurs et de son support.

La fig. 19 (pl. 33) fait voir la disposition des cammes qui commandent les peignes.

La fig. 20 est une section horizontale de la genouillère portant les engrenages qui commandent les bobines.

Enfin, les fig. 21 et 22 indiquent, en élévation et en plan, la disposition du déclic réglant le monte-et-baisse du chariot.

Disposition générale. — Cette machine, dont les dessins ne représentent que les deux extrémités, est composée de 48 broches disposées par groupe de 8.

La distance entre les deux bâtis extrêmes A et A′ est de 4^m844, et entre eux sont placés quatre autres montants A^2 (fig. 1, 3 et 4), qui sont, comme les premiers A et A′, fondus avec des bords nervés, des traverses

et des paliers pour supporter les axes transversaux. Des jours y sont aussi ménagés, à la fois pour les alléger et pour le passage de quelques pièces.

Les deux montants extrêmes sont réunis à leur partie supérieure par une forte table en fonte nervée B, formée de plusieurs pièces qui supportent tout le mécanisme de l'étirage et des peignes, et à leur partie inférieure par deux entretoises en fonte a, supportées par des traverses en fonte a', reposant sur le sol et placées, de distance en distance, au-dessous ou près des montants intermédiaires A^2.

Ceux-ci sont boulonnés sur les entretoises, et leur partie supérieure est disposée pour recevoir les deux nervures verticales de la table B, avec laquelle ils sont fixés par des boulons a^2 (fig. 4).

Les pieds des montants A et A' sont encore fondus avec deux espèces de consoles b (fig. 1, 2 et 3), sur lesquelles repose une large plaque de fonte B' (fig. 10), percée pour recevoir les crapaudines de toutes les broches.

Sur la table B sont boulonnés, à des distances égales, sept supports en fonte B^2, qui reçoivent les axes des vis commandant les peignes, et sur lesquels sont fixés les paliers des cylindres étireurs et des arbres de transmission de mouvement. Une forte traverse méplate b', fondue avec des guides b^2, réunit le dessus de tous ces supports.

Sur trois d'entre eux sont fixés trois bras arqués C, terminés par une partie renflée et percée pour recevoir la tringle horizontale C', à l'aide de laquelle on met en mouvement la machine ou on l'arrête à volonté.

A cet effet, l'extrémité de cette tringle est munie d'un levier horizontal C^2 (fig. 1 et 2), qui a son centre fixe d'oscillation c sur une colonnette fixée sur la table B, et dont l'extrémité est reliée avec un petit arbre horizontal c', guidé par des petits supports c^2.

Ce petit arbre est garni de la fourchette D entre laquelle passe la courroie de commande, de sorte qu'il suffit de faire glisser la tringle C' dans le sens convenable pour déplacer la fourchette, et par suite faire passer la courroie de la poulie fixe P sur celle folle P' et vice versâ,

Pour assurer le mouvement rectiligne de l'arbre c' qui porte la fourchette, on le relie par une tige avec un second petit arbre parallèle au premier (fig. 2), et qui glisse dans une seconde branche fondue avec deux des supports ou guides c^2.

L'arbre principal de commande D' sur lequel sont montées les poulies P et P', tourne dans des paliers ménagés dans l'épaisseur des montants A, A', A^2; et il est muni près de ces poulies et en dehors du bâti, du volant de petit diamètre, mais à forte jante V, et à l'intérieur du montant de droite A (fig. 1 et 2), d'un premier pignon D^2 qui transmet le mouvement aux bobines, par l'intermédiaire d'engrenages, comme on le verra plus loin.

Vers son extrémité opposée, ce même arbre est muni des roues d'angle du mouvement différentiel et d'un pignon droit E fixé en dehors du bâti (fig. 3 et 5), pour commander les engrenages qui transmettent le mou-

vement à l'étirage, de sorte que la marche de tous les organes est tout à fait dépendante de celle de l'arbre moteur D'.

On remarque que les arbres de toutes les roues d'engrenage intermédiaires de transmission sont montés dans des supports à coulisses, afin de pouvoir régler leur position respective avec la plus grande exactitude.

Maintenant que nous avons reconnu la disposition d'ensemble du métier, nous allons décrire séparément, en suivant le fil dans sa marche, les trois opérations successives de l'*étirage*, de la *torsion* et du *renvidage*.

ÉTIRAGE ET TORSION.

La division et l'étirage des fibres du lin, du chanvre et de leurs étoupes s'opèrent, dans le banc à broches, de la même manière et d'après les mêmes principes que dans la *table à étaler*, et les étirages intermédiaires de la préparation s'effectuent par l'emploi des peignes mobiles ou *gills*, qui servent à guider les fibres pour les empêcher de s'écarter dans l'espace qui sépare le cylindre alimentaire du cylindre étireur. C'est la différence de vitesse des deux cylindres qui produit l'étirage et force les fibres à se séparer dans une proportion convenable, en glissant parallèlement les unes sur les autres.

La torsion des mèches s'opère de la même façon que dans le banc à broches à coton, auquel, du reste, la préparation du lin emprunte le mécanisme pour cette opération, aussi bien que le mouvement différentiel pour la formation de la bobine.

DES CYLINDRES FOURNISSEURS, DES GILLS ET DES ÉTIREURS. — Quand les mèches sont suffisamment étirées en rubans, on les fait passer au banc à broches afin de réduire la grosseur de ces mèches et de les préparer pour les soumettre au métier à filer; à cet effet, on place les pots en fer-blanc qui les contiennent au-dessous de la série de petites poulies à joues E', fixées sur un même arbre horizontal *d*, qui règne sur toute la longueur du métier et qui est soutenu par sept bras en fonte *d'*, reliés aux supports B^2.

Le mouvement est communiqué à cet arbre par une courroie croisée d^2 (fig. 3 et 4), commandée par une petite poulie fondue avec un pignon *e*, fixé à l'extrémité du premier cylindre fournisseur *e'* (fig. 3), lequel reçoit son mouvement à l'extrémité opposée du métier par l'intermédiaire d'une roue d'engrenage E^2.

Les mèches, composées d'un certain nombre de filaments réunis, passent alors de la circonférence des poulies conductrices E, entre les deux cylindres fournisseurs *e* et e^2, en entourant une portion de la circonférence du rouleau de pression F, qui se trouve comprimé et serré par le ruban qu'il comprime lui-même pour l'empêcher de glisser. Une table F', composée de sept plaques en fonte qui se vissent sur les supports B^2, est munie de petits entonnoirs *f* et de joues en fonte *f'* (fig. 2, 4 et 6), qui guident les mèches dans leur passage des poulies aux fournisseurs.

Le cylindre de pression F placé entre ces derniers est en six parties

formées elles-mêmes de quatre pièces par chaque partie ou tête d'étirage; celles des extrémités sont terminées par une portion conique d'un diamètre plus petit que le corps du cylindre; et elles touchent les faces dressées de plaques verticales fixées sur les supports B^2, dans lesquelles sont ménagés les paliers des fournisseurs, de façon que l'ensemble des quatre pièces réunies ne forme qu'un seul cylindre indépendant guidé par les deux bouts.

Les deux cylindres fournisseurs sont en outre recouverts par des nettoyeurs f^2, composés de réglettes en bois garnies en dessous de drap et munies aux extrémités de petits T en fer, qui les réunissent à l'endroit des supports B^2 (fig. 6 et 18).

De ces cylindres, les mèches passent entre les dents des peignes ou *gills*, et vont s'engager sous les galets de pression G du cylindre étireur F^2. Ce cylindre est en fer forgé et tourné avec de longs tourillons d'un petit diamètre qui reposent sur les supports B^2, présentant pour les recevoir une large embase; il reçoit son mouvement d'une roue G', de 72 dents, calée à son extrémité en dehors du bâti (fig. 3, 4 et 5), et qui engrène avec la grande roue intermédiaire G^2, de 112 dents, commandée par le pignon E, de 38 dents, que l'on change à volonté pour varier l'étirage, et qui est fixé sur l'arbre moteur D'.

L'axe de l'étireur F^2 est encore muni, à l'intérieur du bâti, d'un pignon de 30 dents g (fig. 4 et 5), qui engrène avec une roue H, de 57 dents, et celle-ci avec une roue H' de 100 dents, commandant un pignon H^2, fixé à l'une des extrémités d'un arbre horizontal I, qui donne à la fois le mouvement aux peignes et au cylindre fournisseur F.

A cet effet, celui-ci est muni, comme nous l'avons vu, de la roue E^2 (fig. 2 et 6), engrenant avec un pignon g', dont l'axe est garni d'une roue g^2, commandée par le pignon h, calée sur l'arbre I, à l'extrémité opposée du pignon H^2, qui lui transmet le mouvement de l'arbre moteur.

Les galets de pression G sont montés deux à deux sur de petits arbres guidés par les bras b^2, (fig. 4, 6 et 7), fondus avec la traverse b' fixée sur les supports B^2. Comme le poids de ces galets, qui sont en bois, est insuffisant, il est considérablement augmenté au moyen d'une branche en fer coudée h', qui appuie sur l'arbre au milieu des deux galets, et à laquelle est relié, par une tringle i, le levier h^2 muni à son extrémité du contre-poids p (fig. 1, 2 et 7); en rapprochant plus ou moins ce contre-poids du point fixe de ce levier, qui se trouve à l'extrémité opposée en i' (fig. 2), on règle à volonté le degré de pression des galets sur le cylindre étireur.

Au-dessous de celui-ci sont montés des cylindres nettoyeurs I', en bois, recouverts de drap, ils sont au nombre de six et disposés entre les supports B^2, de façon à correspondre à chaque groupe de huit bobines. L'axe en fer qui les traverse est soutenu par de petites broches à fourche reliées à des leviers I^2, munis à leur extrémité d'un contre-poids p' (fig. 2, 3 et 4), qui maintient constamment, et bien parallèlement, chaque cylindre nettoyeur en contact avec l'étireur.

Les galets de pression G sont également munis de nettoyeurs; ce sont de petites poulies en fonte J, recouvertes de drap et montées deux à deux sur un même axe, exactement comme les galets auxquels elles correspondent. Entre chacune de ces doubles poulies est fixée une petite roue dentée *j*, qui engrène avec une roue semblable *j'* (fig. 2 et 7) fixée sur un arbre J'. Celui-ci règne sur toute la longueur du métier; il est supporté par de petites chaises en fonte J^2, vissées avec la traverse *b'* sur les supports B^2, et l'une de ses extrémités est munie d'une roue K de 70 dents (fig. 1, 2, 6 et 7), qui lui transmet le mouvement que lui communique le cylindre étireur par l'intermédiaire du pignon i^2, de 12 dents, de la roue j^2 de 54 dents, et d'un second pignon de 12 dents fixé à l'extrémité de l'étireur.

Ce même pignon engrène avec une roue K' semblable à celle j^2, qui, par l'intermédiaire du pignon *k*, commande une roue K^2 fixée à l'extrémité de l'axe en fer sur lequel sont montés les cylindres nettoyeurs I', de sorte que ceux-ci, ainsi que les nettoyeurs supérieurs G, se trouvent commandés par le cylindre étireur, lequel reçoit son mouvement, comme nous l'avons vu, du pignon E fixé sur l'arbre moteur, et par l'intermédiaire des roues G' et G^2, montées de l'autre côté du métier, celui opposé à la commande; des chapeaux en tôle *k'* rapportés sur l'arbre J', recouvrent les engrenages *j* et *j'*; ils servent à la fois à les garantir de la poussière et à soutenir les axes des nettoyeurs J, qui sont engagés dans des rainures pratiquées de chaque côté de leurs parois verticales.

Une plaque en tôle k^2 (fig. 2 et 4), fixée à la table F', sert également à garantir les engrenages d'angle fixés sur l'arbre I, qui transmet le mouvement aux six rangées de peignes placées entre le fournisseur et le cylindre étireur.

Mouvement des peignes ou gills. — La disposition et le travail de ces peignes sont bien connus : on peut voir à ce sujet, du reste, le IIIe volume de ce Recueil, et nous nous proposons de donner prochainement une description détaillée des nouveaux perfectionnements dont ils ont été l'objet, pour en faire l'application toute spéciale aux machines à étirer; nous nous contenterons donc, quant à présent, d'expliquer leur relation avec les autres organes du banc à broches.

A la sortie du cylindre fournisseur F, les mèches sont engagées dans les dents des peignes *l* (fig. 4), qui les mènent jusqu'au cylindre étireur F^2. Les dents de ces peignes sont implantées dans des plaques de cuivre fixées sur des barrettes *l'* placées sur deux étages.

Ces barrettes (voir fig. 4, 6, 7, 17 et 19) sont engagées par leurs extrémités dans les filets de deux vis parallèles *m* et *m'*, dont les axes sont soutenus par des oreilles fondues de chaque côté des supports B^2.

La vis supérieure *m* porte 20 barrettes, et celle inférieure *m'* n'en porte que huit, mais son pas est plus allongé, de sorte que, quoique marchant à la même vitesse que la vis supérieure et naturellement en sens contraire,

elle ramène constamment près des cylindres fournisseurs le même nombre de barrettes que la vis m en conduit au cylindre étireur.

Les barrettes, comme on peut le remarquer sur le détail fig. 17, sont terminées à chaque bout par des parties élevées dans lesquelles sont pratiquées deux rainures droites verticales pour recevoir les bords des règles latérales l^2 (fig. 2, 4 et 19), qui doivent leur servir de guides, de manière qu'elles ne puissent s'écarter de leur plan vertical, lorsqu'elles s'élèvent ou lorsqu'elles s'abaissent.

Les barrettes, dans leur trajet, sont soutenues par des barres de fer méplates m^2, et dès que l'une d'elles est arrivée au dernier filet des vis supérieures m, près du cylindre étireur, elle est rencontrée par deux cammes fixées au bout des axes de ces vis, et qui la font tomber à la partie inférieure où elle est reçue par deux autres cammes n (fig. 7 et 19). Ces dernières la laissent alors descendre graduellement dans les filets des vis de rappel inférieures m', qui la ramènent au point même d'où elle est partie.

Lorsque ces barrettes sont ainsi arrivées à leur point de départ, elles se trouvent soulevées par deux autres cammes fixées sur le prolongement de l'axe des vis inférieures, et qui les font alors de nouveau s'engager dans les filets des vis supérieures, de façon à produire un mouvement continu.

A chaque série de vis, M. Fairbairn a adapté des petits axes en fer mus par des pignons n^2 de mêmes dimensions que ceux des vis; ces axes portent à leurs extrémités des cammes n (fig. 19), qui ont pour effet de soutenir les barrettes et de les empêcher de tomber brusquement, et conséquemment d'éviter l'usure due à leurs chocs sur les barres en acier m^2, qui leur servent de guides au retour. Cette amélioration, apportée à la conservation des barrettes par l'habile constructeur, a aussi pour effet de conserver la barre en acier elle-même, et, par ce moyen, la partie du métier qui exige de fréquentes réparations, n'est pas plus susceptible d'usure que les autres organes de la machine.

A la sortie des peignes, les mèches sont encore guidées sur le cylindre étireur par de petites pièces en cuivre L' (fig. 4, 6 et 7), fixées sur la traverse en fonte b', qui ont la forme d'un fer à cheval.

Mouvement des broches. — Au sortir de l'étireur, les mèches réunies et laminées passent dans l'intérieur des ailettes M (fig. 4), montées à fourche sur l'extrémité des broches M'; elles suivent les mouvements de ces broches qui les tordent à un degré dépendant de leur vitesse de rotation et de celle du cylindre étireur qui livre la matière; ces mèches s'enroulent, comme on sait, par anneaux superposés sur les bobines en bois M^2. Celles-ci sont montées sur des manchons munis de deux goujons (voyez le détail fig. 12) pour les retenir, et ils sont fondus avec des roues héliçoïdes N, qui engrènent avec des roues semblables N' fixées sur des arbres horizontaux N^2, lesquels sont placés parallèlement, de façon à correspondre aux deux rangées de bobines.

Les manchons qui reçoivent ces dernières sont montés sur des douilles

en bronze o, assujetties par de doubles écrous sur la traverse en fonte O (fig. 12), sur laquelle sont aussi fixés les paliers des arbres N^2, de sorte que l'ensemble du mécanisme des bobines se trouve solidaire avec cette traverse, qui n'est autre que le chariot mobile porte-bobines, montant et descendant pour permettre l'enroulement des fils sur toute la hauteur des dites bobines.

Les broches M′ traversent librement les douilles o, et leurs pointes inférieures reposent sur des crapaudines en bronze logées dans la plaque B′.

Des pignons d'angle à denture hélicoïde sont fixés au pied de chacune des broches, et ils se trouvent renfermés, ainsi que les petites roues O′ qui les commandent, dans une sorte de boîte O^2 recouvrant la plaque B′. Les deux axes horizontaux placés parallèlement, et sur lesquels ces roues sont calées, sont maintenus par des supports doubles o' (fig. 1, 5 et 10), fixés également sur la plaque B′, et l'une de leurs extrémités est tenue par des vis de buttée o^2 (fig. 3), tandis que l'autre est munie de pignons droits Q (fig. 1 et 2), qui engrènent avec la grande roue Q^2. Celle-ci est commandée par une roue semblable Q^2 qui reçoit son mouvement directement de l'arbre moteur D′, par l'intermédiaire du pignon D.

Les axes des deux roues intermédiaires Q′ et Q^2 sont soutenus par un bras en fonte P^2 (fig. 1 et 2), coudé d'équerre, fixé en deux points sur le bâti A, et muni de rainures permettant de régler avec exactitude la position de chacune des roues.

RENVIDAGE.

EXPLICATION DU MOUVEMENT DIFFÉRENTIEL ET DU MÉCANISME RÉGULATEUR.

Le mécanisme proprement dit, qui produit le mouvement différentiel, reçoit le mouvement des deux disques R et R′ (fig. 3, 4 et 13), dont nous avons déjà parlé; ils sont montés sur deux axes verticaux r et r', et pour les rendre concentriques, on les a placés sur la même ligne; le premier, qui porte le disque inférieur, est en fer plein et se prolonge jusqu'au bas du métier pour reposer sur un pivot, et vers le haut pour recevoir la roue d'angle R^2; le second qui porte le disque supérieur est creux, en fonte et alésé, et retenu sur une crapaudine en bronze r^2 (fig.13) ajustée au centre du premier plateau; il reçoit à son sommet la roue d'angle R^3 de mêmes dimensions que la première, et engrenant comme elle avec le même pignon d'angle p^2. L'arbre de ce dernier est prolongé en dehors du métier, à droite (fig. 3), pour recevoir le pignon droit G^3 que l'on peut changer à volonté, afin de mettre tout le système en rapport de vitesse avec les numéros des fils que l'on veut obtenir.

Ce pignon, dit de rechange, est commandé par l'arbre principal D′ de la machine, à l'aide des deux roues intermédiaires G, G^1, que l'on voit en tête du métier (fig. 3 et 5), et du pignon de commande E monté sur le bout de cet arbre.

Les deux disques reçoivent donc ainsi un mouvement de rotation continu, mais en sens contraire, qu'ils transmettent par contact au galet mobile *q*. Celui-ci est monté sur un petit axe en fer garni d'un pignon q', de 25 dents (fig. 3, 4, 13 et 14), qui engrène avec une roue q^2 de 32 dents, dont l'axe est muni à chaque extrémité d'un pignon; celui de gauche *s*, qui n'a que 12 dents, commande la grande roue différentielle S par l'intermédiaire de la petite roue s' (fig. 3 et 16), et celui de droite s^2 donne le mouvement, par l'intermédiaire d'un autre pignon s^3, à une grande roue de 144 dents S', fixée sur un arbre horizontal S^2. Cet arbre règne sur toute la longueur du métier et son extrémité opposée est forgée avec le pignon *v*, de 5 dents (fig. 2 et 9), qui transmet le mouvement de monte-et-baisse au chariot, dont nous donnerons bientôt l'explication, après avoir décrit le mécanisme du mouvement différentiel proprement dit.

La disposition des 5 roues qui composent le mouvement ne diffère pas des combinaisons ordinaires; la roue droite S est montée folle sur l'arbre moteur D' et elle est toujours munie de deux roues d'angle *t* (fig. 3, 15 et 16), qui engrènent avec deux roues semblables T et T'; la première est fixée sur l'arbre moteur et la seconde est folle; elle est en outre fondue avec une douille terminée par un pignon de 40 dents, qui engrène avec un autre pignon t', de 32 dents (fig. 4), fixé sur un arbre horizontal placé à la même hauteur et parallèlement à l'arbre moteur, et muni à son extrémité, près du bâti A', d'une petite roue T^2 (fig. 5).

Sur l'axe de cette roue et entre elle et le bâti (voyez fig. 5 et 20), est montée à frottement doux sur une douille en cuivre *u*, la tête d'un levier en fonte U supportant les axes des roues intermédiaires t^2 U' U^2, qui commandent, au moyen d'une roue U^3 assujettie sur le même axe que celle U^2, les deux pignons N^3 (fig. 3, 5 et 20), fixés à l'extrémité des arbres horizontaux des roues héliçoïdes N^2, qui commandent les bobines.

L'extrémité du levier U, muni des roues U^2 et U^3, est réunie par l'axe de ces roues avec le dernier support o^3 (fig. 3 et 20) fixé sur la plaque O formant le chariot des bobines, de sorte que celui-ci, qu'il monte ou qu'il descende, entraîne toujours avec lui toute la transmission de mouvement, puisque, comme nous l'avons vu, le levier U peut osciller sur la douille en bronze *u* ajustée sur l'arbre de commande (fig. 20). Par conséquent, le pignon t^2 peut toujours engrener avec la roue T^2, quelle que soit la position du levier à genouillère U.

On voit donc par ce qui précède, que le mouvement rotatif des bobines, ainsi que celui de monte-et-baisse du chariot qui les supporte, sont dépendants du mouvement différentiel, lequel résulte, comme on sait, de la différence de vitesse qui doit exister entre la roue T, calée sur l'arbre moteur D' (fig. 3, 15 et 16), et celle S qui entraîne avec elle les roues *t* commandant celle T' de transmission de mouvement. Cette variation de vitesse est obtenue, comme nous l'avons dit, au moyen des plateaux R et R' et du galet de friction *q*; mais si la position de ce galet une fois

réglée pour une différence de vitesse déterminée, ne changeait pas, il n'y aurait pas en réalité de variation dans l'enroulement du fil sur les bobines; il faut donc pour que ce changement de vitesse ait lieu, au moyen de cette combinaison, changer la vitesse de rotation du galet; on arrive à ce résultat en le rapprochant graduellement du centre des plateaux.

A cet effet, il est muni d'une douille embrassée par un petit bras u' (fig. 14) terminé par un double manchon, qui est guidé par les deux tringles horizontales parallèles u^2 (fig. 3). Ce manchon est relié par une petite bielle v', à un levier vertical en fonte V', qui a son centre d'oscillation v^2 sur une traverse du bâti.

L'extrémité supérieure de ce levier est munie d'un petit galet maintenu en contact avec la camme V^2, au moyen d'un contre-poids p^3, relié par une chaîne passant sur une poulie de renvoi. Cette camme est l'agent principal du mécanisme régulateur, au moyen duquel s'opère méthodiquement le déplacement, entre les deux plateaux, du galet de friction et par suite les variations de vitesse communiquées à la roue différentielle S; elle remplace la cremaillère de l'ancien système.

Mécanisme régulateur. — Il se compose, comme l'indiquent les fig. 5, 21 et 22, d'un arbre horizontal X muni du volant à main V^3, de la camme V^2, et à l'extrémité opposée du volant, de la roue à rochet X'. La camme est sollicitée à se mouvoir dans le sens des flèches (fig. 3 et 21) par l'action du contre-poids p^4, et deux cliquets x et x' (fig. 21 et 22) agissent sur la roue à rochet pour empêcher ce mouvement; ce n'est donc que quand ces cliquets sont dégagés des dents de la roue que la camme peut se déplacer. Voici comment ce déplacement a lieu :

Au chariot porte-bobines est fixé un bras x^2, terminé par une fourche qui glisse le long d'un arbre vertical X^2, muni de deux tocs ou arrêts y et y'. Cet arbre est garni en outre, à sa partie supérieure, de deux goujons horizontaux y^2, placés à une hauteur convenable, de façon que chacun d'eux correspond à un des cliquets.

Il résulte de cette disposition que chaque fois que le chariot est arrivé à l'extrémité de sa course ascendante, par exemple, le bras x^2 rencontre le toc y, le soulève et avec lui naturellement l'arbre X^2; le goujon supérieur soulève à son tour le cliquet x, le dégage de sa dent, et la camme V^2 sollicitée par son contre-poids peut alors tourner, mais seulement jusqu'à ce que la dent de la roue à rochet, en contact avec le second cliquet x', vienne rencontrer le fond du plan incliné de cette dent; ce n'est que quand le chariot descend, que le bras x^2 rencontrant le second toc y' dégage le second cliquet x' et permet alors à la roue de se déplacer d'une seconde demi-dent.

On voit donc qu'il faut que le mouvement de *monte-et-baisse* du chariot porte-bobines soit complet, pour faire tourner l'axe de la camme de la valeur d'une dent. Or, suivant que la roue a un nombre plus ou moins considérable de dents, l'amplitude du mouvement de la camme est alors

plus ou moins grande; il faut enfin, pour que sa révolution soit complète, un nombre de mouvements de monte-et-baisse égal à celui des dents de la roue.

La forme de la camme V^2 (fig. 3) est celle d'une développante de cercle, de sorte que le déplacement, entre les deux plateaux R et R', du galet de friction *q*, se fait bien graduellement au fur et à mesure que la camme tourne, puisque la position de ce galet est dépendante de celle-ci, comme nous l'avons vu, par la combinaison du manchon *w*, de la bielle *v'* et du levier V', muni d'un petit galet maintenu en contact avec la camme, par l'action du contre-poids p^3.

Mouvement du chariot. — La plaque en fonte O, sur laquelle sont fixés les porte-bobines et leur mouvement, est supportée par six bras horizontaux Y (fig. 1, 2 et 11), fondus avec des crémaillères verticales montées à queue d'hironde sur le côté des montants en fonte Y'. Ceux-ci sont fixés à des distances égales sur les entretoises inférieures *a* du bâti et à la table B, et des rainures verticales sont ménagées dans chacun d'eux pour le passage des boulons *z* (fig. 2 et 11), lesquels, au moyen d'une plaque de métal, maintiennent et guident la crémaillère. Cette dernière est en outre munie d'un piton auquel est fixée une chaîne attachée à une petite poulie *z'*, fondue avec une plus grande à laquelle est suspendu, par une autre chaîne z^2, un fort contre-poids P^3.

Comme les six crémaillères sont reliées de la même façon à des contre-poids semblables, et qu'elles supportent le chariot par les bras Y fondus avec elles, le poids de celui-ci se trouve équilibré et il devient facile de le faire mouvoir sans nécessiter une force considérable. A cet effet, six pignons Z sont fixés sur le même arbre horizontal Z', qui règne sur toute la longueur du métier, et à l'extrémité duquel est claveté le plateau creux Z^2, muni intérieurement de la double couronne dentée Z^3 (fig. 1, 2, 8 et 9). Celle-ci est engrenée avec le petit pignon de cinq dents *v*, forgé à l'extrémité de l'arbre S^2 qui, comme nous l'avons dit, reçoit son mouvement du pignon *q'* fixé sur l'axe du galet de friction, par l'intermédiaire des roues et pignons q^2, s^2, s^3 (fig. 3).

La double couronne dentée Z^3 est interrompue par une double fourche z^3 (fig. 9), qui a pour mission de guider le pignon *v* dans le passage de son engrènement de l'extérieur denté de la couronne à l'intérieur, et *vice versâ*.

Il résulte naturellement de cette disposition un mouvement inverse communiqué au plateau Z^2, et par suite à l'arbre Z', muni des pignons Z commandant les crémaillères du chariot porte-bobines. Celui-ci, par exemple, accomplit son ascension pendant tout le temps que met le petit pignon *v* à parcourir la circonférence de la denture extérieure de la couronne; mais aussitôt que ce pignon engrène avec la denture intérieure, la rotation en sens inverse, qui se produit immédiatement, provoque aussitôt la descente du chariot.

Pour que le pignon v puisse engrener ainsi tantôt à l'extérieur, tantôt à l'intérieur de la couronne, il faut nécessairement que l'arbre S^2 puisse se déplacer d'une quantité égale au diamètre du pignon, et à l'épaisseur de la couronne dentée. On remarque que, par suite de la faible épaisseur de cette couronne et du petit diamètre du pignon, on est arrivé à n'avoir besoin que d'un très-petit déplacement, aussi est-il obtenu d'une manière très-simple.

L'extrémité de l'arbre S^2, du côté de la roue de commande S' (fig. 3 et 4), est montée juste, à frottement doux à la manière ordinaire, dans un support S^3 (fig. 4) boulonné sur un des bâtis intermédiaires; et sur tout le reste de sa longueur, jusqu'au pignon v, il n'est que supporté par des petits paliers v^3 (fig. 2), qui présentent une ouverture rectangulaire permettant le jeu nécessaire au déplacement du bout de l'axe et de son pignon.

MODIFICATION DE VITESSE DU MÉCANISME RÉGULATEUR.

Lorsqu'il est nécessaire de diminuer la grosseur de la mèche, il est essentiel de modifier le renvidage de la bobine de manière que le pas de l'hélice, formée par la superposition des couches de mèches, se resserre en proportion de la diminution de leur grosseur.

Si, au contraire, on veut augmenter la grosseur de la mèche, le pas de l'hélice devra s'écarter dans la proportion de l'augmentation effectuée.

Dans le premier cas le nombre d'anneaux formés sur chaque couche longitudinale de la bobine sera plus grand, et dans le second cas il sera plus petit; car la longueur de la bobine est invariable, et il est de toute nécessité, pour que le travail s'effectue convenablement, que la mèche ne soit pas plus tendue à la fin qu'au commencement de la formation de la bobine.

D'un autre côté, il est aisé de comprendre que les couches annulaires formées de mèches plus grosses, augmenteront le diamètre de la bobine plus promptement que celles formées par les mèches plus fines; en d'autres termes, plus la mèche sera grosse, moins il faudra de couches pour remplir la bobine, et plus elle sera fine, plus le nombre de couches sera grand pour obtenir le même degré de grosseur de celle-ci.

L'ingénieux mécanisme de Houldsworth, représenté dans les fig. 15 et 16 (pl. 32), renferme dans ses combinaisons, et c'est là son grand mérite, tous les éléments nécessaires à la modification dont il s'agit, pourvu qu'on règle en conséquence la marche du galet q (fig. 14), lequel remplace, comme nous l'avons dit, d'une manière avantageuse l'ancien tambour conique à courroie, pour commander le système régulateur au moyen du pignon q', qui est commandé par son axe à clavette glissant à mesure que le galet q se rapproche du centre des disques moteurs R et R' (fig. 3 et 13).

Pour agrandir ou diminuer le pas de l'hélice de la bobine et le mettre en rapport avec la grosseur de la mèche, il suffit d'augmenter ou de diminuer l'importance de chaque déplacement successif du galet *q* vers le centre des deux disques R et R' ; à cet effet on remplace la crémaillère circulaire X' (fig. 21 et 22) par une autre portant un plus petit nombre de rochets pour les mèches plus grosses, et un plus grand nombre pour les mèches plus fines.

Le contre-maître chargé de la direction de la machine doit s'assurer, chaque fois qu'il opère ses changements de grosseur de mèche si la crémaillère est en rapport avec la grosseur nouvelle, ce qui est toujours facile à reconnaître au moyen de la tension régulière ou irrégulière de la mèche.

On comprend aisément que chaque machine doit avoir une série de crémaillères pour pouvoir modifier le mouvement au besoin.

ÉTIRAGE DU MÉTIER.

Dans les bancs à broches destinés à la préparation du lin, du chanvre ou de leurs étoupes, la matière est apportée à la sortie du dernier étirage sous forme de rubans contenus dans des pots en fer-blanc ou en tôle. Ces rubans, placés par l'ouvrière sur les poulies E', sont introduits dans les entonnoirs *f*, puis conduits sous le cylindre fournisseur *e'* et enroulés sur les cylindres F pour passer sous les cylindres e^2 (fig. 2 et 4, pl. 31 et 32). L'assemblage de ces trois cylindres entre eux est combiné de manière à ce qu'une légère tension des rubans s'établisse entre les cylindres *e'* et e^2, afin que les cylindres isolés F, en comprimant et pressant la matière contre ces deux premiers, l'empêchent de glisser en vertu de cette pression.

Le cylindre e^2, dans sa marche, présente la matière aux *gills l* qui s'en emparent pour en rester dépositaires tout le temps que les barrettes *l'* mettent à parcourir la longueur du pas des vis supérieures *m*; leur vitesse rectiligne est calculée sur le développement circonférentiel du cylindre e^2 qu'elle doit égaler d'une manière parfaite; une vitesse plus faible ne donnerait pas assez de tension à la matière qui resterait suspendue sur les pointes des aiguilles, et une vitesse plus grande donnerait trop de tension à cette matière, qui opposerait une résistance à l'introduction des barrettes porte-gills dans les filets des vis, à leur passage des vis inférieures *m'* à celles supérieures *m*.

Comme on le voit, il est essentiel que les combinaisons des engrenages qui servent à faire mouvoir les cylindres fournisseurs *e'* et e^2, soient établies de manière à relier le mouvement des vis conductrices *m* et *m'*, afin que le mouvement rectiligne des gills soit toujours égal au développement circulaire des cylindres fournisseurs. Pour qu'il en soit ainsi, il est indispensable que le mouvement des gills soit solidaire et annexé à celui des cylindres.

L'ensemble du mécanisme qui compose ce mouvement est désigné sous le nom de *Système alimentaire de l'étirage*. C'est ce sytème qui distingue les métiers de préparation du lin et du chanvre de ceux destinés à la préparation du coton; les premiers, comme nous l'avons déjà dit, ayant emprunté à ceux-ci le mouvement différentiel, aussi bien que le mode de torsion et de renvidage de la bobine.

Il résulte de ce qui précède que le *système alimentaire* étant solidaire dans toutes ses parties, il suffit de mettre en mouvement l'un de ses organes pour faire marcher le système tout entier.

Or, si l'on fait attention que l'axe I des roues d'angle L (fig. 3 et 4, pl. 32), porte un pignon H^2, qui se relie à la roue g du cylindre étireur F^2, au moyen des deux intermédiaires H et H′, on comprendra aisément que la différence de vitesse circonférentielle entre le cylindre étireur F^2 et celle du cylindre fournisseur e', exprime l'étirage de la machine.

En conséquence, il suffit d'établir la relation qui doit exister entre la roue H^2, le cylindre fournisseur e' et l'étireur F^2 pour avoir l'étirage dont il s'agit.

La vitesse de ce dernier ne peut varier sans modifier la torsion du ruban, parce que celle des broches destinée à cette torsion est fixe et conséquemment invariable. La modification de l'étirage en plus ou en moins ne peut donc s'effectuer qu'en retardant ou en accélérant la vitesse du *système alimentaire* mû par la roue de *rechange* H^2.

Nous avons dit que les *gills* s'emparaient de la matière qui leur était livrée par le cylindre e^2, pour en être dépositaire pendant le temps qu'ils mettent à parcourir le pas de la vis supérieure m; ils n'ont en effet aucune action pour effectuer l'étirage, mais leur présence est indispensable pour empêcher les fibres de s'écarter; ensuite, le glissement des fibres entraînées par le cylindre étireur s'opérant entre les aiguilles, elles s'assouplissent et le parallélisme des brins est beaucoup mieux conservé.

On détermine l'étirage par la formule suivante :

$$\frac{\text{roue } H^2}{\text{roue } g} \times \frac{\text{roue } g^2}{\text{pignon de } 28^d} \times \frac{\text{roue } E^2}{\text{pignon de } 28^d} \times \frac{\text{diam. du cyl. } F^2}{\text{diam. du cyl. } e'} = x,$$

soit, dans le banc à broches représenté :

$$\frac{44}{39} \times \frac{71}{28} \times \frac{71}{28} \times \frac{63}{37} = 12{,}30.$$

Il suffit de changer la roue H^2 pour modifier l'étirage; voici le nombre des dents de la série de roues employée, correspondant aux divers étirages suivants :

Nombre de dents de la roue H^2 :							
44	42	40	38	36	34	32	30
Numéros des étirages correspondants :							
12,30	11,74	11,18	10,62	10,06	9,50	8,94	8,38

TORSION DE LA MACHINE.

De même qu'il est utile de pouvoir modifier l'étirage, afin de donner à la mèche la grosseur voulue pour la soumettre au métier à filer, il est également nécessaire de tordre cette mèche plus ou moins selon qu'elle est plus fine ou plus grosse.

Nous avons dit que la vitesse des broches est fixe et invariable; conséquemment, si l'on veut modifier la torsion de la mèche, il faut nécessairement varier la vitesse du cylindre étireur qui la délivre à ces broches.

A cet effet, l'arbre moteur principal D′ sur lequel est fixée la poulie de commande P, porte à son extrémité opposée un pignon E (fig. 3 et 5) que l'on peut changer à volonté; ce pignon transmet son mouvement à la roue G′ fixée sur le cylindre étireur F^2. Par conséquent, l'augmentation ou la diminution du nombre des dents du pignon E accélère ou diminue la vitesse de la roue G′ et de son cylindre F^2.

L'arbre principal D′ communique son mouvement aux broches au moyen d'une roue D^2, de 44 dents (fig. 2); et des deux roues intermédiaires Q^2 et Q′ engrenant avec les deux pignons de 22 dents Q, qui sont fixés sur les deux arbres munis des roues d'angle *o′*, de 30 dents.

Celles-ci engrènent avec les pignons des broches qui ont 20 dents; on a donc la formule suivante :

$$\frac{D^2}{Q} \times \frac{30}{20} = X$$

X exprimant la différence de vitesse entre les broches et l'arbre D′;

Pour avoir celle qui existe entre les broches et le cylindre étireur F^2, on a :

$$X \times \frac{72}{E} = Y$$

qui exprime la différence cherchée, ce qui revient au résultat suivant :

$$\frac{44}{22} \times \frac{30}{20} \times \frac{72}{34} = 6533$$

valeur indiquant le nombre de tours de la broche contre un tour du cylindre étireur, avec un pignon de 34 dents.

Le diamètre de ce cylindre étant de 63 millimètres, on trouve :

$$\frac{63 \times 314{,}16}{6353} = 32{,}08$$

soit 32,08 tours de broche par mètre de développement du cylindre, c'est-à-dire par mètre de longueur de mèche.

La torsion de la mèche n'a d'autre but que de lui donner plus de consistance, afin de lui permettre de se développer sur le métier à filer sans s'allonger, pour éviter les inégalités du fil.

Le degré de torsion à donner à cette mèche dépend de sa grosseur, de la longueur et de la résistance des fibres.

La torsion doit être moins forte pour le long brin que pour les étoupes, et elle doit encore être moins forte pour le chanvre que pour le lin : une torsion trop forte occasionnerait une trop grande résistance à l'étirage du métier à filer et produirait des inégalités ou des vrilles sur le fil.

On ne peut donc déterminer par avance la torsion de la machine par rapport à une grosseur de mèche fixée. C'est au contre-maître à apprécier selon la longueur ou la résistance des matières qui sont soumises au travail de la machine.

Voici les divers degrés de torsion de la machine que nous décrivons, avec le nombre des dents des pignons de rechange qui correspondent à ces torsions :

Nombre de dents du pignon E.									
34	36	38	40	42	44	46	48	50	52
Torsion par mètre de longueur.									
32,08	30,29	28,70	27,26	25,96	24,78	23,70	22,72	21,80	20,97

Nombres indiquant les tours de broches pour un mètre de développement du cylindre.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Ce qui distingue le banc à broches que nous publions des autres machines de ce genre, pour *long brin* ou brin coupé, soit en chanvre soit en lin, c'est, d'une part, l'écartement des cylindres fournisseurs et étireurs e^2 et F^2 et la longueur des vis du système alimentaire, et, d'autre part, l'écartement des pas de vis, l'épaisseur des barrettes porte-gills et, enfin, la longueur et l'écartement des aiguilles des gills.

Plus la matière peignée ou cardée est longue et résistante à la division des fibres, plus le système alimentaire doit être écarté ; mais au contraire plus la matière est courte et tendre, plus ce système doit être resserré.

Ce système alimentaire, nous dit M. Brière, peut varier dans son écartement, pris entre le centre du cylindre fournisseur e^2 et le cylindre étireur F^2, depuis 15 centimètres pour les étoupes fines, jusqu'à 1^m 20 pour les chanvres.

Le prix des bancs à broches pour lins, chanvres, étoupes, sont variables selon leurs dimensions. Ces prix sont ordinairement cotés à tant la broche : ce sont les dimensions des bobines et leur nombre sur chaque métier qui en déterminent le prix.

Un métier de la dimension de celui dont nous donnons le dessin, ayant en totalité 48 broches, coûte, prêt à marcher,

de 135 à 140 fr. la broche;

s'il n'en avait que 24, elle coûterait environ 180 à 190 fr. chacune, tandis que s'il en avait 72, elle ne coûterait que 120 à 125 fr.

Les bancs à broches pour la préparation des gros numéros en longs brins, ayant des bobines d'une dimension beaucoup plus grande et exigeant plus de poids dans toutes les pièces de la machine, sont d'un prix plus élevé :

Pour un métier de 24 broches avec bobines de 25 centimètres de longueur, le prix serait de 240 à 260 fr. la broche,

et un métier pour le même usage, avec bobines de mêmes dimensions et un nombre plus grand, 40 broches par exemple, le prix serait réduit à

190 ou à 200 fr. la broche.

On comprend aisément qu'une petite machine composée d'un moins grand nombre d'éléments doit s'élever en raison inverse de la valeur de ce nombre, car les organes moteurs sont les mêmes, et leur prix étant réparti sur un petit nombre de broches, l'augmentation devient en conséquence plus élevée pour chacune d'elles.

FABRICATION DES CHAINES-CABLES EN FER

MACHINES

A COUPER ET PLIER LES MAILLONS

PAR

MM. C. FAIVRE et Fils

Ingénieurs à Nantes

(PLANCHE 34)

L'adoption des câbles en fer dans la marine, pour tenir les vaisseaux au mouillage, en remplacement des câbles en chanvre autrefois en usage, ne remonte pas à une époque très-éloignée. La première idée nous paraît être due à M. Slater, qui prit à ce sujet un brevet d'invention en 1808, et la première application en a été faite sur la Pénélope, vers 1811, par le capitaine Brown.

En 1813, M. Th. Brunton se fit breveter, en Angleterre et en France, pour un nouveau mode de construction de chaînes-câbles à maillons étançonnés, en déterminant par des tracés géométriques la meilleure forme à leur donner, forme qui, du reste, a été adoptée partout depuis cette époque.

C'est seulement vers 1818 que l'on a commencé, en France, à fabriquer des chaînes de mouillage, pour en essayer l'usage à bord des navires; alors aucun établissement n'était organisé pour ce travail spécial, et ce ne fut qu'en 1821, à Nantes et à Bordeaux, puis ensuite à Rugles et au Havre, que des établissements spéciaux furent créés.

Il faut reconnaître, nous écrit M. David du Havre, qui a eu l'obligeance de nous donner d'utiles renseignements sur cette fabrication, que de 1821 à 1833 environ, les chaînes livrées au commerce étaient fabriquées avec des fers de qualité supérieure.

Depuis 1833, l'emploi des chaînes ayant pris un grand développement, beaucoup de fabriques se sont organisées, et la concurrence les a malheu-

reusement amenées à livrer de très-mauvais produits, tant par la défectuosité du travail que par l'emploi de fers inférieurs.

Il faut dire tout d'abord que le travail des chaînes est un ouvrage très-brut, et que l'ouvrier forgeron réellement exercé à ce travail spécial n'est souvent pas capable de forger la pièce la plus simple, comme par contre, le meilleur forgeron de serrurerie, de maréchalerie ou de mécanique, serait bien incapable de faire 100 mètres de longueur de chaînes, par exemple, sans qu'il y ait 25, 30 ou 40 mailles vicieuses par la soudure.

C'est un travail qui exige plus de soins, d'habitude et de surveillance qu'on ne pourrait le supposer, parce qu'il ne suffit pas de souder des anneaux les uns dans les autres pour établir un câble en fer. La chaîne la plus proprement faite est quelquefois la plus mauvaise ; de même qu'avec de bons fers, on peut faire des chaînes très-défectueuses, avec de mauvais fers, elles ne peuvent jamais être bonnes.

La persistance de l'État à n'employer que les chaînes fabriquées dans ses forges de Guérigny, provient, en partie, nous dit encore M. David, de ce que, vers 1829, une quantité considérable de chaînes de mouillage fût commandée à l'industrie privée, et que ces câbles en fer, livrés, en effet, à la marine militaire, occasionnèrent un grand nombre d'accidents à la mer. On en fit alors débarquer un certain nombre pour les soumettre à l'épreuve, et il fut constaté que presque la totalité était défectueuse.

Par suite, M. le ministre ordonna que tout ce qui provenait de l'industrie privée serait mis à terre et remplacé. Ce n'est donc pas une question de prix de revient qui oblige l'État à continuer cette fabrication ? La sécurité et la réussite des opérations maritimes s'y trouvent engagées et l'obligent à persister dans cette voie, parce qu'au mouillage le câble en fer est véritablement l'âme du navire.

Ce qui est vrai pour les bâtiments de l'État, ne l'est pas moins pour les navires du commerce, et une garantie devrait être donnée par les manufacturiers, et exigée par les armateurs comme par les compagnies d'assurances qui auraient un intérêt immédiat à le faire, puisque annuellement elles sont obligées de rembourser des sommes considérables pour les avaries et les pertes totales, occasionnées par la rupture des câbles en fer des navires mouillés le long des côtes.

Par une lettre adressée à M. le ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, M. David demandait, dans un but d'humanité pour les équipages, et de la conservation de la fortune publique, la mise en vigueur d'une mesure qui obligerait les navires du commerce à ne faire usage de chaînes de mouillage qu'après qu'elles auraient subi une épreuve préalable.

L'expérience a démontré à M. David que, pour que ces chaînes réunissent les conditions d'une bonne solidité, il faut qu'elles puissent résister à une charge de 21 *kilogrammes par millimètre carré du double de la section du fer*, traction qu'il fait subir à celles qui se fabriquent dans son

usine. Il serait en outre nécessaire, ajoutait-il, qu'après dix ou douze années de navigation, les chaînes de mouillage fussent éprouvées à nouveau.

A cette lettre, M. le ministre fit à M. David la réponse suivante, datée du 23 juin 1855 :

« Les expériences répétées dans votre usine depuis 1831 vous portent à croire qu'une chaîne de mouillage ne réunit les conditions d'une bonne solidité, qu'autant qu'elle peut résister à une charge de 21 kilogr. par millimètre carré du double de la section du fer. Vous proposez, en conséquence, de soumettre toutes les chaînes de l'espèce à cette pression, et de faire renouveler l'épreuve tous les dix ou douze ans.

« J'ai appelé sur ces observations l'attention de M. le ministre de la marine en le priant d'examiner la suite qu'il conviendrait d'y donner.

« M. l'amiral Hamelin vient de me faire connaître qu'il a prescrit de nombreuses expériences à la forge de la Chaussade, et que les résultats suivants ont été constatés :

« 1° L'épreuve de 17 kilogr., comme celle de 20 ou 21 kilogr. par millimètre carré de la section de la maille, ne suffisent pas pour constater le bon travail des chaînes et la bonne qualité des fers employés;

« 2° L'épreuve de 20 ou 21 kilogr. ne saurait être répétée plusieurs fois sur les chaînes sans altérer leur qualité;

« 3° La différence d'effet entre diverses presses peut induire en erreur sur la valeur absolue de la tension, ce qui ressort d'essais comparatifs faits entre des chaînes sortant des ateliers de M. David et celles des forges de la Chaussade; on a même remarqué que parmi les premières, qui avaient dû supporter au Havre une traction de 20 ou 22 kilogr. par millimètre carré, un grand nombre d'étais demeurés intacts se sont cependant rompus sous un effet de 20 kilogr. à la presse de Guérigny.

« De l'ensemble de ces résultats il résulte, d'une part, l'impuissance d'une traction plus forte que celle qui est en usage à la Chaussade pour signaler l'aigreur du fer et les imperfections du travail, et de l'autre, le danger de l'augmenter. C'est donc dans un régime bien entendu de fabrication qu'il faut chercher la sécurité qu'on doit attendre de produits aussi importants. On devrait donc exiger en dehors des épreuves :

« Le choix scrupuleux du fer sous le rapport de sa qualité spéciale à cette fabrication ;

« La visite minutieuse des mailles après l'épreuve;

« La rupture par écrasement des mailles douteuses;

« Le choix des ouvriers les plus capables du travail desquels on soit sûr.

« Mais de telles obligations ne sauraient être imposées au commerce, elles ne pourraient être obtenues que dans les ateliers de l'État;

« M. le ministre de la marine émet en conséquence l'avis qu'il serait très-difficile d'affranchir le commerce des chances défavorables qui naissent de la concurrence dans la fabrication des chaînes-câbles, puisque la seule chose que l'on pourrait réglementer ce serait l'épreuve à la presse, qui cependant n'est pas concluante.

« Je ne puis, Monsieur, que partager cette opinion. C'est aux armateurs à se prémunir contre les dangers d'une mauvaise fabrication, en imposant à leurs fournisseurs l'obligation de soumettre les câbles-chaînes qu'ils leur achètent à toutes les épreuves susceptibles d'en faire ressortir la solidité. Mais le gouvernement ne saurait

intervenir à cet égard, puisque la force de pression à la presse, seul moyen d'épreuve qu'il ait à sa disposition, ne garantit pas complétement la force réelle de résistance des chaînes, ni dès lors la sécurité parfaite de la navigation.

« Recevez, Monsieur, etc. »

Nous n'avons pas à nous prononcer sur la décision du comité consultatif des travaux de la marine, mais il nous a paru intéressant de faire connaître, d'une part, les louables efforts de M. David pour remédier à un fâcheux état de choses, et d'autre part, le résultat des expériences faites à la forge de la Chaussade.

Si des chaînes-câbles solides et bien faites sont indispensables dans la marine en général, elles ne le sont pas moins pour les grues et autres engins propres à élever ou transporter des fardeaux considérables, pour les entreprises de navigation fluviale par le touage à vapeur, etc.

On conçoit alors qu'en présence d'une industrie aussi importante et qui prend tous les jours de nouveaux développements, les plus petits perfectionnements apportés dans les procédés de fabrication ont tout de suite une grande portée. C'est ce qui nous assure qu'on ne verra pas sans intérêt les divers procédés essayés pour perfectionner cette industrie.

DIVERS PROCÉDÉS DE FABRICATION.

Maintenant, en France, le pliage des mailles s'opère encore à bras d'hommes, d'une manière tout à fait primitive. Le plus généralement, on fixe une douille sur un poteau vertical, on met le bout de fer dans la douille, puis sur le bout qui dépasse, on monte l'extrémité d'un levier qui porte une douille semblable à la première. Alors deux, trois ou quatre hommes s'attèlent au levier, qui n'a pas moins de deux ou trois mètres de longueur; les uns tirant, les autres poussant; le levier parcourt un demi-cercle et la maille se trouve pliée à la forme voulue.

C'est principalement cette opération que MM. Faivre et fils ont cherché à obtenir mécaniquement. Après avoir examiné différents moyens, et en avoir pesé les avantages et les inconvénients respectifs, ils se sont arrêtés à la disposition des machines que représente la planche 34, et dont l'une, la machine à plier, fonctionne depuis dix-huit mois aux forges et fonderies de Nantes, où on en est parfaitement satisfait sous le rapport de la construction et des résultats qu'elle produit.

Ces résultats ont paru, dès le principe, assez avantageux pour déterminer MM. Faivre et fils à compléter leur appareil, en y ajoutant le coupage du fer, et à faire la demande d'un brevet d'invention le 25 octobre 1856.

Mais avant de donner la description de ces machines, nous allons examiner quelques brevets pris antérieurement en Angleterre et en France pour cette même fabrication.

M. S. Brown, capitaine de la marine royale anglaise, et M. P. Thomas, fabricant de chaînes à Liverpool, ont fait la demande d'une patente le 9 février 1816, pour *des procédés et des appareils propres à la fabrication des chaînes*.

Ces mêmes procédés ont été brevetés en France le 28 juillet 1858, sous le nom de M. Grierson de Londres.

« Les anneaux ou mailles, dit le patenté, sont généralement soudées en couronne et composées d'une tige de fer rond. Cette tige est d'abord coupée d'une longueur convenable en rapport avec les dimensions que l'on veut donner au chaînon; ensuite elle est chauffée dans un foyer de forge. Excepté pour les petits fers, quatre chauffes sont nécessaires : la première sert à préparer un des bouts en sens oblique pour former le joint (*scarf*); la seconde, à arrondir cette extrémité; et les deux autres chauffes à faire les mêmes opérations à l'extrémité opposée, afin de pouvoir réunir ensemble les deux bouts et former complétement le chaînon.

Dans le but d'économiser du temps et les frais de main-d'œuvre, et d'obvier aux mauvais effets que produisent les chauffes réitérées du fer, M. Brown, en 1811, établit un fourneau spécial pour chauffer les tringles droites uniformément sur toute leur longueur, et, au moyen d'une machine manœuvrée à bras d'hommes, leur donna en une seule passe la forme arrondie convenable.

Ce procédé, quoiqu'il fût un grand perfectionnement apporté à la méthode employée jusque-là, demandait une grande attention de la part du chauffeur, et le mauvais effet du surchauffage du fer n'était pas complétement annulé.

Pour remédier à ces inconvénients, MM. Brown et Thomas imaginèrent de contourner le chaînon avec la barre de fer rouge, immédiatement à sa sortie du laminoir qui étire le fer en paquet venant du four à puddler ou à réchauffer.

L'organe principal de la machine à contourner qu'ils proposèrent à cet effet est représenté par les fig. 1 et 2 de la planche 31.

Il se compose, comme on voit, d'un mandrin de forme elliptique formé de trois pièces A, B, C. La première est forgée avec un renflement *a*, évidé intérieurement pour recevoir l'extrémité de l'arbre de commande qui y est fixée par une clavette. La seconde pièce B est réunie à la première par une autre clavette qui traverse un ergot *b*, engagé dans une oreille ménagée au renflement *a*. Enfin, la troisième pièce C n'est autre qu'une sorte de coin en fer forgé terminé par un collet, qui repose sur un support mobile faisant partie de l'appareil.

Une bague elliptique D relie ces pièces près du collet, et des rainures en hélice *d* sont pratiquées à la circonférence extérieure des deux pièces A et B, pour guider l'enroulement de la barre de métal, et éviter par suite qu'elle ne se trouve aplatie sur les côtés qui touchent la circonférence du mandrin.

Parallèlement à celui-ci est monté, sur le même bâti, un arbre horizontal muni d'un galet à gorge qui peut glisser librement sur toute sa longueur. Ce galet, dans la gorge duquel on engage la barre de fer rouge qui sort du laminoir, sert à guider cette barre, dont le bout est introduit dans un crampon fixé au mandrin. Ce dernier, animé d'un mouvement de rotation continu par une commande spéciale, force la barre à s'enrouler sur sa circonférence, et le galet lui fait suivre la rainure en hélice jusqu'à ce qu'elle soit arrivée à l'extrémité opposée au renflement *a*.

L'opération suivante consiste à dégager du mandrin le fer roulé en spirale; on arrive à ce résultat en inclinant le support dans lequel tourne le collet *c* forgé à l'extrémité de la clé ou coin C; puis on retire ce dernier, après avoir préalablement fait glisser en dehors la bague D, reliant les trois pièces A, B, C. Le mandrin diminue

alors de hauteur, et laisse aisément tomber l'hélice de fer qui l'entoure, et celle-ci est aussitôt portée à la cisaille pour être divisée en anneaux.

Cette cisaille est garnie d'une enclume elliptique sur laquelle on introduit un des bouts de l'hélice; par ce moyen, on coupe à la fois un certain nombre de spires et chacune d'elles forme une maille ou anneau semblable à celui indiqué fig. 3.

Ces anneaux sont ensuite engagés les uns dans les autres, placés dans des étampes et pressés jusqu'à ce que les joints soient suffisamment recouverts pour se souder. »

M. B. Fourmand, de Nantes (Loire-Inférieure), se fit breveter le 22 avril 1843, pour *une machine à fabriquer les câbles en fer à anneaux étançonnés.*

Cette machine a la forme d'un découpoir ou d'une presse à vis, dans laquelle sont établies deux pressions, l'une horizontale, l'autre verticale. L'anneau venant d'être contourné est placé encore chaud entre deux mâchoires qui opèrent un serrage horizontal, au fur et à mesure de la marche du mandrin dont la pression verticale agit en même temps. La forme étant donnée au chaînon, on enlève le mandrin sans desserrer les mâchoires : alors un ouvrier vient apporter la traverse ou étai au centre de l'anneau; on donne ensuite une seconde pression au moyen de la vis horizontale, et l'étai se trouve fixé de manière à faire corps avec l'anneau.

M. de Montaignac, ingénieur-directeur de la fabrique de chaînes-câbles de Nevers, dans une demande de brevet faite le 15 février 1827, propose de fabriquer les chaînes étançonnées comme si elles ne devaient pas être pourvues d'étais; puis, quand la chaîne est complétement terminée, de la chauffer dans un four spécial et de garnir ensuite chaque maille de son étai en fonte de fer. Cette dernière opération, dit-il, se fait beaucoup plus vite que quand on les place en forgeant la maille; des ouvriers journaliers, sans avoir le talent des forgerons placent ainsi 5 à 6 étais par minute, tandis que le forgeron, dans d'autres fabriques, emploie 4 à 5 minutes pour garnir de son étai la maille qu'il vient de forger.

L'auteur décrit ensuite un appareil complet avec presse hydraulique pour éprouver les chaînes-câbles, et donne le tarif des épreuves que l'on faisait subir à cette époque, à l'usine de Nevers, aux câbles de différents calibres. L'expérience a prouvé, dit M. de Montaignac, que, faits avec les meilleurs fers et bien soudés, ils doivent supporter les poids suivants, savoir :

Diamètre en millimètres.	20	24	28	32	36	40
Épreuve en kilogrammes.	12,000	18,000	25,000	32,000	42,000	51,000

A la date du 21 juin 1836, M. A. Smith, ingénieur dans le comté de Middlesex (Angleterre), fit la demande d'une patente pour *un genre de chaînes-câbles composées de mailles en fils de fer.* Ces fils sont roulés sur des mandrins ou sorte de poulies à gorge en deux pièces, qui peuvent être retirées après l'enroulement du maillon. Celui-ci est ensuite plongé dans un bain d'étain ou d'autre métal fusible qui pénètre dans les interstices ou espaces vides existant entre les fils, et forme ainsi un anneau parfait présentant une seule masse solide.

Par cette méthode on doit obtenir des chaînes très-solides pouvant résister à des chocs violents, mais aussi elles doivent revenir à un prix très-élevé par suite de la main-d'œuvre assez compliquée et de l'emploi du métal fusible.

Pour simplifier la main-d'œuvre dans la fabrication de ces sortes de chaînes, M. J. Wright de Glasgow imagina une machine assez simple, au moyen de laquelle les anneaux étaient formés et liés les uns aux autres. Cette machine fit le sujet d'une demande de patente le 18 décembre 1839.

Ce mode de fabrication pour les chaînes-câbles, n'a pas prévalu, comme on sait, puisque l'on continue toujours à se servir des chaînes formées de barres de fer de la grosseur convenable, tournées dans la forme elliptique des maillons.

Pour la confection de ces dernières chaînes, une machine patentée le 4 juin 1844, en Angleterre, fut imaginée par M. B. Seebohm, négociant dans le comté d'York.

Cette machine, dont nous ne connaissons pas les résultats pratiques, est combinée pour faire successivement toutes les opérations nécessaires à la confection complète et continue d'une chaîne composée d'un nombre indéterminé de mailles. Ainsi, elle peut effectuer les cinq opérations suivantes :

1° Le coupage en oblique de la barre de fer, qui est chauffée à la chaleur soudante, à la longueur nécessaire pour former l'anneau d'une chaîne d'une dimension déterminée ;

2° La courbure de ladite barre de fer dans la forme d'un anneau ;

3° Le soudage de cet anneau ou chaînon ;

4° Le déplacement de chaque chaînon au fur et à mesure de sa confection ;

5° Le contournage du chaînon fait en dernier lieu, et le moyen de le maintenir dans une position telle qu'il puisse recevoir la barre de fer suivante pour former un autre chaînon.

A la date du 27 janvier 1857, M. J. Dangerfield, ingénieur à Bromwich, comté de Stafford (Angleterre), fit la demande d'une patente pour des procédés d'enroulement du fer sur un mandrin, qui a beaucoup d'analogie avec celui de MM. Brown et Thomas patenté quarante ans auparavant.

Dans ce procédé, comme dans l'ancien, la barre de fer est prise, encore rouge, à la sortie du laminoir et contournée en hélice sur un mandrin elliptique A, comme l'indiquent les fig. 4 et 5 de la planche 34. Ce mandrin est monté d'un bout sur une pointe terminée par un collet *a*, qui est monté dans un support mobile, afin de dégager la pointe de l'intérieur du mandrin, et pouvoir retirer celui-ci de la boîte à griffes et à ressorts *b*, qui le relie à l'arbre de commande, actionné par un moteur quelconque.

Le même bâti supporte encore un cylindre B, cannelé en hélice, qui sert, conjointement avec le rouleau C, à guider sur le mandrin, l'enroulement en spirales régulières avec les intervalles nécessaires entre chaque anneau.

La barre de fer, chauffée au degré de chaleur qu'elle conserve en sortant du laminoir, est apportée à cette machine; une des extrémités est engagée entre les cylindres B et C, et la circonférence du mandrin et du goujon *c* (fig. 4).

Le mouvement de rotation continu, communiqué au mandrin, oblige la barre à rencontrer une des cannelures du cylindre B, et, comme ce dernier a une marche en sens inverse de celle du mandrin, la barre se trouve entourée naturellement par le mouvement de l'hélice jusqu'à l'extrémité opposée au goujon *c*. Alors on retire le mandrin complétement entouré sur toute sa longueur, et on le porte à l'action d'une scie, qui sépare à la fois toutes les spires de l'hélice, de façon que chacune d'elles forme un chaînon.

Pour effectuer aisément l'opération du sciage, une rainure longitudinale *a'* (fig. 5) est pratiquée dans l'épaisseur du mandrin ; une fois cette opération faite, il suffit de faire glisser les anneaux pour les retirer, et ils sont alors prêts à être soudés en réunissant les deux joints.

Un système de fabrication, basé sur le même principe de l'enroulement de la barre sur un cylindre, a été breveté en France, le 13 février 1857, aux noms de MM. Ver-

nay, Schrimph fils et Karcher de Lyon. Ce système comporte trois machines distinctes :

La première enroule à chaud la barre de métal ; elle se compose d'un cylindre monté sur un tour et animé d'un mouvement rotatif continu. Devant le cylindre est placée parallèlement une tige filetée, animée également d'un mouvement de rotation continu au moyen d'engrenages, dont les vitesses sont combinées de façon à déplacer, dans un rapport déterminé avec le cylindre, un écrou qui embrasse quelques filets de la vis.

Cet écrou est muni d'une boucle ou anneau dans lequel on fait passer la tige de fer à enrouler, de sorte que l'enroulement s'effectue autour du cylindre ou mandrin, suivant une hélice dont le pas est en rapport avec la vitesse de translation de l'écrou-guide et celle de rotation du mandrin. Cette hélice est retirée du mandrin et portée à la seconde machine à couper et à souder.

Cette machine se compose d'un plateau en fonte sur lequel sont fixées deux enclumes, un support et un guide. Le support sert de centre d'oscillation au levier qui se meut entre les deux branches du guide placé à l'extrémité opposée à ce centre. Au-dessus des deux enclumes, et fixées au levier, sont deux matrices qui servent, la première à souder sur la hauteur et la seconde sur son épaisseur, les maillons de la chaîne. A la place de la première matrice on peut fixer une lame de cisaille pour couper les chaînons.

La troisième machine peut remplacer la seconde pour souder les chaînes de grandes dimensions ; elle est disposée exactement comme un marteau-pilon à vapeur. Un système particulier de distribution permet de faire mouvoir mécaniquement le piston dans le cylindre et d'opérer chaque percussion ayant pour but de souder le chaînon au moyen d'une matrice et d'un poinçon. Celui-ci, qui nécessairement est fixé au marteau du pilon, peut être remplacé par une lame placée obliquement, pour couper les maillons disposés à hélice sur le cylindre.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A PLIER DE MM. FAIVRE ET FILS REPRÉSENTÉE FIG. 6, 7 ET 8.

La fig. 6 est un plan horizontal vu en dessus de cette machine.

La fig. 7 est une section verticale faite suivant la ligne 1-2.

Et la fig. 8 une projection de côté, correspondante à la figure précédente.

La fig. 9 indique un maillon plié sortant de la machine.

Le bâti se compose d'une table A, fondue d'une seule pièce avec deux montants verticaux à l'avant, et deux plus faibles à l'arrière qui lui servent de pieds. L'arbre de commande B (fig. 6) est monté dans deux paliers *b*, fixés sur la table au moyen de clavettes et de boulons, qui retiennent en même temps les chapeaux et les coussinets supérieurs serrés avec les collets.

Deux petits volants, de 1m 80 de diamètre, sont clavetés à chaque extrémité de cet arbre, qui est, en outre, muni de la poulie fixe P, de la poulie folle P′ et d'un pignon droit *p*. Ce dernier transmet son mouvement, par une roue R, à un arbre intermédiaire C, à l'extrémité duquel est rapporté un second pignon droit plus fort que le premier, et qui engrène avec une grande roue fixée sur l'arbre D.

Cet arbre est en fonte; il porte entre les deux paliers *a* une forte embase ou collerette D′, percée de quatre mortaises carrées. Dans ces mortaises sont logées quatre cammes en fer brut de forge *d*, qui y sont fixées par des boulons *e*.

Sur le devant du bâti sont agrafées deux mordaches F, sur lesquelles on pose le fer à plier. L'arbre principal B, mis en mouvement en faisant passer la courroie de la poulie folle P′ sur celle fixe P, fait tourner, par l'intermédiaire des deux pignons et des deux roues droites, l'embase ou disque porte-cammes D′, lesquelles forcent alors le fer à passer entre les mordaches F; et aussitôt que la maille en est sortie, elle tombe sous la machine.

Il arrive quelquefois que le fer, étant de mauvaise qualité, se rompt en partie, et que sa force élastique étant complétement détruite, la maille reste à cheval sur la camme; il est très-important de l'en dégager, car si l'homme qui sert la machine ne voyait pas la maille brisée venir se poser sur un autre bout, il en résulterait une rupture. Pour parer à ce danger, au-dessous de l'arbre est une fourchette *f* fixée par des boulons sur le bâti; les cammes, passant entre les deux branches de cette fourchette, abandonnent les mailles qui se sont cassées accidentellement.

Les mordaches F se changent avec la plus grande facilité; elles sont entièrement brutes. Si l'on veut plier des mailles de plus petit calibre, on remplace celles qui sont figurées sur le dessin par d'autres qui sont plus épaisses, de manière à rétrécir l'espace entre lequel doit passer la maille, et inversement pour les mailles plus fortes.

Ces mordaches sont en fonte dure; néanmoins, les mailles ne tardent pas, par leur passage successif, à creuser une gorge qui va en s'approfondissant de plus en plus. Les mordaches ne sont pas rebutées pour cela; si ces gorges font que les mailles de 23 millimètres, par exemple, viennent à être trop ouvertes, on les fait servir à plier les mailles de 25 mill., et ainsi de suite.

Les cammes se changent aussi; il suffit, à cet effet, d'enlever un des chapeaux des paliers *a*, pour retirer les boulons *e* qui les maintiennent en place, et qui ne sont destinés qu'à les empêcher de tomber.

TRAVAIL DE LA MACHINE.

Cette machine est employée à plier toutes les dimensions de fer depuis 16 ou 18 millimètres; elle plie à froid, journellement, jusqu'à 34 millimètres. Au delà, on chauffe au rouge les bouts de fer pour les passer à la machine. Au-dessus de cette dimension on altérerait sensiblement la qualité de la chaîne en pliant à froid. En opérant à bras, il devient avantageux, relativement, de chauffer les mailles à partir de 23 millimètres, afin de réduire le personnel; on voit que la limite du chauffage est beaucoup plus éloignée lorsqu'on opère avec la machine.

Le pliage à froid est une épreuve précieuse de la qualité du fer ; lorsqu'il n'a pas la malléabilité nécessaire pour faire de bonne chaîne, il se rompt; celui qui résiste et se plie sans cassure ni gerçure présente toute la garantie désirable, et cette garantie est d'autant plus complète, que l'épreuve est faite sur chaque maillon.

La machine à plier qui fonctionne aux forges de Nantes ne marche jamais avec quatre cammes; deux sont toujours suffisantes pour fournir aux chaîneurs, et même, pour les mailles de 30 mill. de diamètre, on n'en emploie qu'une, parce que la force du moteur est très-limitée.

La vitesse de rotation de l'arbre à cammes est réglée à 4 1/2 ou 5 tours par minute, de sorte qu'on obtient environ 500 mailles par heure avec deux cammes, et 250 seulement avec une seule. Nous ne croyons pas qu'on ait jamais eu besoin aux forges de Nantes de travailler avec les quatre cammes. Néanmoins, c'est une ressource qui n'est pas à dédaigner dans le cas où l'on aurait à fournir du fer à mailles tout plié.

La force prise au moteur par la machine est d'environ un demi cheval, en pliant par heure, 500 mailles de 27 à 30 mill.

Le poids de la machine est d'environ 2,400 kilogr., et le prix est fixé par les inventeurs à 4,000 fr. Ce prix, nous écrivent MM. Faivre, est généralement trouvé un peu élevé, mais nous allons démontrer qu'il ne l'est pas relativement aux services que peut rendre la machine.

Autrefois MM. Babonneau et Nicolas donnaient aux ouvriers qui leur marchandaient le pliage des mailles les prix suivants, par 100 mailles à plier :

Mailles de	Prix.	Mailles de :	Prix.
12 à 14 millim.	0 fr. 15 c.	25 à 27 millim.	0 fr. 60 c.
16 *id.*	0 20	30 à 32 *id.*	0 70
18 *id.*	0 25	34 *id.*	1 00
20 *id.*	0 30	36 à 38 *id.*	1 15
23 *id.*	0 40	40 à 42 *id.*	1 90

Supposons maintenant une fabrication de 2,500 kilogr. de mailles par jour, égale à celle des forges de Nantes, tant pour la consommation de l'usine que pour la vente aux petits forgerons. Cette fabrication n'a rien que de très-ordinaire; c'est celle d'un grand nombre d'usines à fer et de forgerons pour la marine.

Admettons que le diamètre du fer soit en moyenne de 27 millimètres. La longueur correspondante aux mailles de ce diamètre est de 31 cent.

Chaque maille pèse 1^k380.

Dans 2,500 kilogr., il y a donc

$$\frac{2500}{1,380} = 1,811 \text{ mailles.}$$

Le pliage, se faisant à chaud par le procédé ordinaire, à raison de 0f60 par 100, coûterait donc environ.........	10 fr. 90 c.
En outre, on brûlerait 3 hect. 75 de houille à 3f50 l'hect.	13 »
Total.....................	23 fr. 90 c.

Tandis que, par la machine qui fait 500 mailles à l'heure, on obtient le même travail en 4 heures au plus, et il ne revient pas à 3 fr.

En effet, le salaire d'un homme pour 4 heures, à raison de 20 cent. l'heure, coûte...........................	0 fr. 80 c.
L'intérêt et l'amortissement à 15 p. 0/0 sur 4000 fr., par an 600 fr., produit par jour..........................	2 »
Total.....................	2 fr. 80 c.

Le bénéfice acquis par la machine est donc de

$$23^f90 - 2^f80 = 21^f10$$

par jour de marche ordinaire, sur 2500 kilogr. de fer; de sorte que le bénéfice par 100 kilogr. est de 0f85, ce qui doit être pris en bonne considération dans cette industrie où la concurrence est très-grande.

Il va sans dire que le bénéfice diminue et augmente un peu comme le diamètre de la chaîne; le choix pour établir la comparaison porte sur une dimension usuelle.

L'emploi de cette machine serait surtout avantageux dans la confection des chaînes de touage. Supposons qu'une maison ait la commande d'une chaîne de 300 kilomètres à exécuter dans le délai d'une année; la fabrication serait de 1 kilomètre par jour; or, les chaînes de touage en fer de 23 millimètres pèsent 11k80 au mètre courant, ce serait donc 11,800 kilogr. à fabriquer par jour.

La machine serait pleinement occupée pendant 13 ou 14 heures avec 4 cammes. Sans refaire le calcul que nous avons donné plus haut, on peut largement supposer un bénéfice de 0f70 par 100 kilog. Ce chiffre est inférieur à celui que nous avons trouvé, en raison de ce que l'échantillon de la chaîne est plus petit.

Ce qui produirait par jour une économie de 82f50, et tout près de 25,000 fr. sur la totalité de la commande.

Les usines qui fabriquent le fer à câbles le livrent quelquefois débité par maillons coupés et pliés, de cette façon la marchandise porte avec elle sa garantie de bonne qualité, si l'opération du pliage a été faite à froid. Le fer ainsi débité et plié se vend 2 fr. par 100 kilog. de plus que le même fer en barres.

A peine la machine que nous venons de décrire avait-elle fonctionné, que les inventeurs se demandèrent s'il ne serait pas possible et avantageux de faire en une seule opération, et par une même machine, le coupage et

le pliage des bouts de fer à mailles. Ayant justement en vue la fabrication des chaînes de touage, MM. Babonneau et Nicolas pensèrent qu'il serait d'une bonne mesure de séparer complétement cette fabrication de celle des chaînes ordinaires. Il leur fallait donc une autre machine à plier, et par suite une autre cisaille; ils adoptèrent l'idée émise par MM. Faivre, qui exécutèrent alors la machine dont la description suit.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A COUPER ET PLIER
REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 10 A 13.

La fig. 10 représente en plan horizontal la machine complète et prête à fonctionner.

La fig. 11 en est une projection verticale ou coupe longitudinale faite suivant la ligne 3-4.

La fig. 12 est une vue par bout du côté des mordaches qui reçoivent le fer à plier.

La fig. 13 est une section transversale faite suivant la ligne 5-6, et indiquant la disposition de la cisaille.

Cette machine n'est pas la représentation exacte de celle qui fonctionne chez MM. Babonneau, Nicolas et Comp. Dans cette usine, à cause des dispositions locales, on a adapté sur le bâti de la machine un petit moteur à vapeur. L'arbre de ce moteur porte un pignon en fer de $0^m 20$ de diamètre, lequel engrène avec une roue de 3 mètres, placée directement sur l'arbre à cammes.

Cette disposition peut présenter quelques avantages, mais le placement de la machine dans un atelier peut aussi éprouver des difficultés; une roue de 3 mètres est embarrassante et elle oblige à des fondations, tandis que la machine telle que nous la représentons peut se placer partout, pourvu qu'elle soit à portée d'un arbre de transmission.

Comme on peut le remarquer, aucun changement n'a été fait dans la disposition du mécanisme qui opère le pliage et dans la disposition générale de la machine précédemment décrite; le bâti est à peu près semblable, si ce n'est pourtant que ses dimensions sont plus fortes.

Le gros arbre D, supporté par les deux forts paliers *a* et *a'*, est toujours fondu avec une large embase ou collerette D' qui, vers le milieu, est percée d'une mortaise unique, allongée ou plutôt élargie dans le sens de l'axe, de manière à pouvoir faire varier la position de la camme double *d*. Cette collerette est en outre traversée par deux rainures longitudinales *g*.

Une de ses faces reçoit deux lames en acier *h* (fig. 11 et 13), qui y sont encastrées de leur épaisseur; le chapeau du palier *a'* qui lui correspond est garni d'une contre-lame en acier *h'*, fixée par un boulon. Le côté de la collerette muni du couteau *h* est dressé, ainsi que le côté intérieur du palier *a'*. Ces deux faces dressées sont maintenues en contact au

moyen de la virole *d'* serrée par la clavette *i*; de cette façon les deux lames en acier sont constamment maintenues à fleur l'une de l'autre sans pouvoir jamais se mordre. Le chapeau a d'ailleurs une pénétration dans le palier, qui l'empêche de reculer par l'effet du cisaillement de la barre de fer.

Celle-ci est enfilée dans une mortaise oblongue *m* (fig. 13), pratiquée dans l'épaisseur du palier *a'*; aussitôt que, par la rotation de l'arbre, une des rainures *g* se présente, l'homme pousse la barre dans toute la longeur de la rainure, elle suit alors le mouvement de l'arbre et vient se couper, par suite du rapprochement des lames *h* et *h'* qui font cisaille.

Le bout de maille ainsi coupé reste dans la rainure, et se trouve transporté en avant de la machine; arrivé à la hauteur des mordaches F (fig. 11, 12 et 13), il s'arrête dessus, et, un quart de tour après, la camme *d* vient le saisir et le plier.

Telle est la marche de la machine; un seul homme suffit à la desservir.

Comme dans la première machine, une fourchette *f* (fig. 10 et 11) fait tomber les mailles écrasées ou cassées sur les cammes. Cette fourchette a été dans celle-ci un peu modifiée; elle se prolonge par en haut, en embrassant une plus grande partie du pourtour de l'arbre, afin d'empêcher le bout de maille de sauter hors de la rainure au moment du coupage.

Nous venons d'expliquer le travail d'un bout de fer qui a la longueur comprise entre les deux paliers; mais il faut aussi pouvoir plier et couper des bouts plus petits. Pour arriver à ce résultat, la moitié de la longueur des rainures *g* (fig. 13) ont une section différente de celle qui leur est donnée en avant du côté du couteau, et l'autre côté est en queue d'hironde. Cette dernière permet de loger dans la rainure des calles d'épaisseurs différentes qui s'appuient sur le palier postérieur *a*, et contre lesquelles la barre de fer vient butter, de telle manière qu'on peut obtenir des bouts de la longueur voulue, jusqu'à concurrence de la moitié de la longueur du cylindre.

Les bouts de mailles plus ou moins longs sont transportés, comme nous l'avons dit, sur le devant de la machine; mais alors il faut des mordaches spéciales pour chaque numéro, puisque le milieu de la maille ne correspond plus avec le milieu de la longueur du tambour, c'est-à-dire qu'en faisant des mailles de plus en plus petites, il faut employer des mordaches dont l'entaille se rapproche de plus en plus du gros palier *a'*.

Il faut de même avoir une série de cammes disposées pour se rapprocher de plus en plus du gros palier, afin qu'elles tombent toujours au milieu du bout à plier : c'est pourquoi la mortaise est allongée de ce côté.

La camme est composée d'une barre de fer méplate, sur laquelle on a enlevé deux talons qui s'entaillent dans le tambour. On a rivé sur celui-ci une bande de fer contre laquelle vient appuyer un c[illegible] en bois qui maintient la camme en place.

TRAVAIL DE LA MACHINE.

Cette machine a été faite pour couper et plier les mailles de 18 à 32 millimètres inclusivement, et pour plier tous les diamètres; elle a parfaitement rempli ces conditions.

Sa vitesse est réglée comme celle de la machine simple à 4 1/2 ou 5 tours par minute, mais on pourrait facilement lui en faire faire 6 à 8; ce n'est qu'une question de force motrice.

En lui faisant seulement faire 4 tours, MM. Faivre estiment que la force qu'elle absorbe, en travaillant du fer de 32 millimètres de diamètre, ne dépasse pas 100 kilogrammètres, ou 1 cheval et quart.

Le poids de cette machine, construite conformément au dessin, pl. 34., serait de 5000 kilogrammes environ.

Le prix serait de 6000 francs.

Son avantage sur la machine simple à plier, dans une fabrication importante, est de remplir les fonctions de deux outils.

Elle évite, en effet, l'emploi d'une cisaille, et par suite elle permet à la fois de supprimer l'homme qui sert la cisaille et les transports des bouts de mailles.

APPAREIL A ÉTANÇONNER LES MAILLES.

La fig. 14 représente, en section verticale, un appareil à l'aide duquel on serre les mailles après les avoir pourvues d'un étai.

Cet appareil se compose simplement d'une forte plaque d'assise A, fixée solidement par des boulons sur un massif en maçonnerie et fondue avec deux branches verticales A′, espacées entre elles de cinq centimètres. Ces branches sont réunies au sommet par un boulon *a*, près du petit axe *t* sur lequel est monté librement l'extrémité du levier L. Celui-ci est garni d'une étampe E, placée de manière à correspondre avec une contre-étampe E′, fixée au centre de la plaque d'assise A. Deux poupées à lunettes B, placées à droite et à gauche des branches A′, soutiennent un mandrin C qui représente et tient lieu de la maille suivante.

Les mailles ployées sont apportées aux forgerons pour les souder et y mettre l'étai, deux opérations qui se font en une seule chaude. Aussitôt que la soudure est terminée et que le fer est encore rouge, on place verticalement les mailles entre les étampes, dans la position indiquée sur la fig. 14. Un ouvrier introduit alors le mandrin C dans les poupées à lunettes et présente ensuite l'étai avec une tenaille, tandis qu'un autre ouvrier abat fortement le levier L.

La pression mécanique fait parfaitement joindre les côtés de la maille entre les bouts concaves de l'étai, et le refroidissement du fer augmente encore cette compression.

La longueur du petit diamètre de l'ellipse doit toujours excéder un peu

celle de l'étai, afin de rendre libre et facile le placement de celui-ci. On doit avoir des étampes et des contre-étampes, ainsi que des poupées à lunettes de rechange, pour chaque grosseur de mailles.

La forme la plus simple et la plus généralement employée pour les étais des chaînes-câbles est celle indiquée sur les fig. 14 et 16; pourtant nous avons vu appliquer à une forte grue des chaînes très-bien faites, dont les étais avaient la forme plus élégante représentée fig. 18.

FORMES ET DIMENSIONS DES MAILLONS.

Les fig. 15, 16 et 17 représentent les deux modèles de chaînes adoptées généralement, avec les proportions que la théorie et la pratique ont démontrées comme étant les plus rationnelles. Nous ferons remarquer que, quelque soit le diamètre du fer employé, les dimensions restent toujours les mêmes, puisque c'est ce diamètre qui établit la proportion.

EN REPRÉSENTANT PAR *d* CE DIAMÈTRE, ON A :	MAILLONS simples.	MAILLONS avec étais.
Longueur intérieure de la maille..............	2,6 *d*	3,00 *d*
Largeur id. id.................	1,5 *d*	1,75 *d*
Longueur extérieure id.................	4.6 *d*	5,00 *d*
Largeur id. id.................	3.5 *d*	3.75 *d*
Développement de la maille environ...........	10.0 *d*	11,00 *d*

Pour déterminer la forme des maillons d'une chaîne, on peut suivre le tracé très-simple et suffisamment exacte indiqué sur la fig. 17.

On décrit, avec les diamètres 1,5 *d* et 2,6 *d*, des cercles concentriques *a b*, *c d*; on trace deux lignes perpendiculaires passant par le centre commun à ces deux cercles, puis les lignes d'intersection *a c f*, *b c e*, *a d f'*, *b d e'*.

On décrit de même de *c* et *d*, comme centres, avec les rayons *c c'*, *d d'*, les arcs de cercles *f c' e* et *f' d' e*; ensuite de *a* et *b*, avec les rayons *a b'*, *b a'*, on obtient le tracé de la limite intérieure du maillon. La limite extérieure s'obtient d'une manière semblable.

La forme des maillons ainsi déterminée présente cette particularité, qu'il n'y a pas possibilité de souder entre deux un troisième de même grosseur, il faut toujours les souder les uns après les autres.

On peut reconnaître immédiatement de cette façon la place où une chaîne a été brisée, puis réparée.

CALCULS DES CHAINES AVEC ET SANS ÉTAIS.

Lorsqu'un chaînon est soumis à un effort de traction dans le sens de son plus grand axe, le fer dont il est composé supporte la charge, à la fois, dans les deux sections qui correspondent à l'axe de la largeur, et dans les sections courbes correspondantes à l'axe perpendiculaire ou longitudinal.

Des expériences nombreuses ont démontré que la résistance d'une

chaîne, ou le poids qu'elle peut supporter sans déformation, est en rapport direct avec la section transversale du fer.

Ces expériences prouvent que le fer forgé selon la forme des mailles ne résiste pas à un effort aussi considérable qu'une barre de fer droite de même dimension, par suite, d'une part, du changement dans la position des fibres, et d'autre part, du soudage plus ou moins parfait de chaque maillon.

L'effort moyen qu'il est bon de ne pas dépasser en pratique, pour éviter de fatiguer la chaîne, est de :

6 kilogrammes par millimètre carré, pour les chaînes sans étais ;

et de 8 id. pour les chaînes garnies d'étais (1).

D'après ce qui précède, il est facile de déterminer le diamètre à donner aux maillons d'une chaîne lorsqu'on sait le poids qu'elle a à supporter :

Soit, en effet P, le poids suspendu à la chaîne,

T, la tension par millimètre carré,

d, le diamètre du fer employé.

La résistance du fer entrant dans la composition d'une maille est égale au produit du double de sa section par la tension, et comme la double section

$$2\,S = 2\,\frac{\pi\,d^2}{4} \text{ ou } 1{,}5708\,d^2,$$

la formule de résistance devient :

$$P = T \times 1{,}5708\,d^2.$$

Si nous prenons comme exemple du fer de 20 mill. de diamètre, nous aurons pour la chaîne ordinaire sans étais :

$$P = 6^k \times 1{,}5708 \times 20^2 = 3769 \text{ kilogr.},$$

poids que cette chaîne pourra supporter avec sécurité.

Et, pour la même chaîne garnie d'étais :

$$P = 8^k \times 1{,}5708 \times 20^2 = 5026 \text{ kilogr.}$$

Un tel poids est évidemment peu considérable, comparativement à la section du fer; aussi, la chaîne pourrait réellement supporter une charge beaucoup plus forte sans se briser, puisque, dans les conditions ordinaires, on fait porter à des chaînes semblables, un poids d'épreuve égal à 17 et même à 20 kilogr. par millimètre carré du double de la section.

Ce qui ferait, par exemple, en prenant le minimum pour du fer de 20 mill. de diamètre :

$$P = 17 \times 1{,}5708 \times 20^2 = 10{,}680 \text{ kilogr.},$$

soit une charge presque triple de celle déterminée par le calcul, en admettant une charge permanente.

(1) Nous extrayons ces renseignements d'un ouvrage allemand de MM. C.-L. Moll et F. Reuleaux, ingénieurs civils. Cet ouvrage a pour titre : *Constructionslehre für den Maschinenbau.*

POIDS PAR MÈTRE ET PRIX DE REVIENT DES CHAINES.

D'après les proportions adoptées précédemment et indiquées fig. 15 et 16, il est facile de déterminer le poids par mètre courant d'une chaîne, lorsqu'on connait le nombre n de mailles comprises dans cette longueur. Ce nombre s'obtient *en multipliant le diamètre du fer*, exprimé par millimètres,

par *le rapport* 2,6, pour les chaînes sans étais,
ou par *le rapport* 3, pour les chaînes étançonnées,

et *en divisant le nombre* 1000, qui exprime la longueur du mètre, par *l'un ou l'autre de ces produits*.

Ainsi, par exemple, pour du fer de 20 millim. de diamètre, on a :

$$\text{Dans le premier cas : } n = \frac{1000}{20 \times 2{,}6} = 19{,}23 \text{ mailles,}$$

$$\text{et dans le second cas : } n = \frac{1000}{20 \times 3} = 16{,}67 \text{ mailles.}$$

Maintenant, pour avoir le poids par mètre :

On multiplie le nombre de mailles par la longueur développée d'un chaînon, et par la section du métal, puis par son poids spécifique qui, pour le fer forgé, est de $7^{k}78$ *par décimètre cube.*

Ainsi, pour une chaîne ordinaire sans étais de 20 millim. ou $0^{\text{déc.}}2$, le poids du mètre est de :

$$19{,}23\,(10 \times 0^{\text{déc.}}2) \times (0{,}785 \times 0^{\text{déc.}}2^2) \times 7{,}78 = 9^{k}38.$$

La table suivante a été calculée d'après les données ci-dessus.

CHAINES SANS ÉTAIS.					CHAINES GARNIES D'ÉTAIS.			
Diamètre du fer	Poids que la chaîne peut supporter avec sécurité.	Longueur d'une maille développée.	Nombre de mailles par mètre.	Poids de la chaîne par mètre courant.	Diamètre du fer	Poids que la chaîne peut supporter avec sécurité.	Longueur d'une maille développée.	Nombre de mailles par mètre.
mill.	kil.	mill.		kil.	mill.	kil.	mill.	
5	235	50	76.9	1.57	20	5026	220	16.6
7	462	70	54.9	1.68	22	5082	242	15.1
9	763	90	42.7	1.89	24	7238	264	13.8
10	942	100	38.4	2.34	26	8480	286	12.8
12	1357	120	32.0	3.37	28	9852	308	11.9
14	1847	140	27.4	4.59	30	11309	330	11.1
16	2412	160	24.0	6.00	32	12867	352	10.4
18	3053	180	21.3	7.60	34	14525	374	9.8
20	3769	200	19.2	9.38	36	16285	396	9.2
22	4561	220	17.4	11.35	38	18465	418	8.7
24	5428	240	16.0	13.54	40	20105	440	8.3

Les données théoriques qui précèdent, et que cette table résume, sont quelquefois modifiées dans la pratique; pourtant les produits qui sortent de diverses manufactures de France ne s'en éloignent pas beaucoup, comme on peut le remarquer par les tableaux suivants :

SÉRIE DE MM. BABONNEAU ET Cie.

CHAINES SANS ÉTAIS.					CHAINES GARNIES D'ÉTAIS.				
Diamètre du fer.	Longueur des mailles.	Poids du mètre.	Poids de l'épreuve.	Prix du pliage à bras pour 100 mailles.	Diamètre du fer.	Longueur des mailles.	Poids du mètre.	Poids de l'épreuve.	Prix du pliage à bras pour 100 mailles.
mill.	mill.	kil.	kil.	cent.	mill.	mill.	kil.	kil.	cent.
9	90	1.80	2000		23	250	13.1	17500	40
10	95	3.00	2500	15	25	282	14.5	18000	60
12	115	4.10	3500		27	310	17.2	21000	
14	145	5.56	5000		30	363	19.9	24000	70
16	155	7.20	6500	20	32	390	22.0	28000	
18	170	8.20	8500	25	34	420	25.7	31000	
20	190	10.40	10500	30	36	465	32.3	35000	1 fr. 15
23	210	11.80	14000	40	38	500	35.0	39000	

SÉRIE DE MM. BRISSONNEAU FRÈRES, DE NANTES.

CHAINES SANS ÉTAIS.				CHAINES GARNIES D'ÉTAIS.			
DIAMETRE du fer.	POIDS du mètre.	POIDS de l'épreuve.	PRIX les 100 kilogr.	DIAMÈTRE du fer.	POIDS du mètre.	POIDS de l'épreuve.	PRIX les 100 kilogr.
millim.	kil.	kil.	francs.	millim.	kil.	kil.	francs.
9	1.800	2200	115	23	12	16600	52 »
10	3.000	2700	105	25	16	19600	
12	4.030	4000	90	27	18.80	22900	
14	4.560	5500	84	30	21	28200	
16	6.000	7200	78	32	24	32100	
18	8.240	9100	68	34	28	36300	50 »
20	10.400	11300	60	36	32.80	40700	
23	11.800	14900	»	38	»	45300	

On remarque que la quatrième colonne de ce dernier tableau donne les prix des chaînes par 100 kilogr. ; mais ce prix varie naturellement avec le prix des fers employés, les déchets nécessités par les épreuves et par les frais de main-d'œuvre qui sont variables suivant les localités.

Ainsi, d'après une note que M. David du Havre a eu l'obligeance de nous communiquer, voici comment il estime le prix de revient dans divers établissements.

CHAINES DE MOUILLAGE DE 25 A 40 MILLIMÈTRES, FABRIQUÉES AU HAVRE.

	Prix des 100 kilogr.	
Fer corroyé à nerf, qualité supérieure, sur lequel l'effet de la traction vive a peu d'influence	46 fr.	» c.
Déchet à la forge et déchet résultant des épreuves, ensemble 10 p. 0/0	4	60
Charbon, 1 hecto 15 à 2f 35 l'hectolitre	2	70
Main-d'œuvre de forge, coupage et tournage compris	8	»
Main-d'œuvre d'épreuve, visite des mailles, une à une après l'épreuve, et nouvelle épreuve après réparation	3	»
Faux frais d'outillage, de surveillance et loyers de l'établissement, 50 p. 0/0 de la main-d'œuvre	5	50
Prix de revient des 100 kilogr	69	80
Bénéfice de l'établissement, 10 p. 0/0	6	90
Total	76	78

CHAINES DES ÉTABLISSEMENTS DU NORD ET AUTRES ANALOGUES.

	Prix des 100 kilogr.	
Fer ordinaire, les 100 kilogr	32	»
Déchet de forge seulement, le déchet sur l'épreuve étant nul, 7 p. 0/0, soit	2	24
Charbon, 1 hectol. 15 à 1f 60 c. l'hectolitre	1	84
Main-d'œuvre de forge, coupage et tournage des mailles compris, par 100 kilogr	8	»
Main-d'œuvre d'épreuve presque nulle	»	»
Faux frais d'outillage, 40 p. 0/0 de la main-d'œuvre en raison d'une moindre surveillance	3	20
Prix de revient des 100 kilogr	47	28
Bénéfice, 10 p. 0/0 pour l'établissement	4	72
Total	52	»

CHAINES ANGLAISES DE NEW-CASTLE.

	Prix des 100 kilogr.	
Fer 100 kilogr. (à 8f 10 la tonne) à 21 fr. 25 les 100 kilogr	21	25
Déchet de forge seulement, le déchet sur l'épreuve étant nul, 7 p. 0/0	1	49
Charbon, 1 hectol. 15 à 0f 70 l'hectolitre	»	80
Main-d'œuvre de forge, coupage et tournage des mailles compris	7	»
Main-d'œuvre d'épreuve presque nulle	»	»
Faux frais d'outillage et d'établissement, 40 p. 0/0 de la main-d'œuvre, en raison d'une moindre surveillance	2	80
Prix de revient des 100 kilogr	33	34
Bénéfice de l'établissement, 10 p. 0/0	3	33
Total	36	67

Ainsi, comme on le voit, la différence des prix de revient entre les diverses fabrications est considérable, elle provient :

1° Du prix du fer employé ;

2° Des frais d'épreuves, visite des mailles et déchets nécessités par l'épreuve réelle.

C'est surtout la question des épreuves, et par suite celle des soins et de la surveillance continuelle qu'exige une bonne fabrication, qui préoccupe à juste titre M. David, et qu'il a essayé de faire ressortir dans les prix de revient que nous venons de reproduire.

Les chaînes avec étais qui sortent de sa fabrique sont toutes éprouvées à 20 et 24 kilogr. par millimètre carré du double de la section du fer ; il n'y a que les chaînes à mailles courtes sans étais qui sont éprouvées seulement à 17 kilog., comme l'indique du reste le tableau suivant :

CHAINES SANS ÉTAIS.				CHAINES GARNIES D'ÉTAIS.			
DIAMÈTRE du fer.	POIDS du mètre.	DOUBLE section du fer.	POIDS de l'épreuve.	DIAMÈTRE du fer.	POIDS du mètre.	DOUBLE section du fer.	POIDS de l'épreuve.
millim.	kil.	mill. carr.	kil.	millim.	kil.	mill. carr.	kil.
10	2.40	157	2669	16	6.10	404	8142
12	3.40	226	3809	18	8.50	504	10 68
14	4.60	307	5231	20	10.50	628	13158
16	5.80	401	6832	22	12.70	760	15580
18	7.10	504	8647	24	15.30	904	18332
20	9.75	628	10676	26	17	1160	21730
22	11	760	12917	28	19.75	1231	25215
24	12.50	904	15373	30	22.70	1413	28946
26	14	1160	18042	32	26	1608	32160
28	17.25	1231	20921	34	28.50	1815	36280
30	19.70	1413	24021	36	31	2035	40680
»	»	»	»	38	33	2268	45360
»	»	»	»	40	37.50	2513	50240
»	»	»	»	42	39	2770	55400

On sait que M. David s'est acquis une grande réputation pour la fabrication spéciale des chaînes-câbles ; on peut donc avoir une parfaite confiance dans les documents que nous avons recueillis de sa maison du Havre, et que nous avons cru devoir reproduire avec détails, persuadé qu'ils seraient vus avec beaucoup d'intérêt.

APPAREILS

PROPRES A LA FABRICATION DU VERMICELLE

ET DES PATES D'ITALIE

PAR

M. GILQUIN, ingénieur-mécanicien

A CLERMONT-FERRAND.

(PL. 35 ET 36)



La fabrication du vermicelle, du macaroni et d'autres pâtes connues sous la dénomination générale de *pâtes d'Italie* est devenue tellement importante que, restreinte dans le principe presque exclusivement à des procédés manuels dans quelques fabriques de Naples, de Gênes et de Marseille, elle s'est répandue dans toutes les contrées de l'Europe, où ces procédés sont maintenant presque partout remplacés par des appareils puissants et expéditifs qui permettent de livrer au commerce de grandes quantités de produits mieux faits et des plus variés.

En France, les pâtes les plus estimées sont celles d'Auvergne, et c'est la ville de Clermont-Ferrand et ses environs qui possèdent la plus grande quantité de fabriques de ce genre.

Nous devons à l'obligeance de M. Gilquin, ingénieur-constructeur dans ladite ville, les dessins des appareils les plus perfectionnés en usage aujourd'hui dans cette industrie.

PRÉPARATION DES PATES.

Les pâtes, suivant qu'elles sont destinées à faire du vermicelle, du macaroni, des rubans (lazagnes), ou autres petites pâtes dites *croix de Malte*, *étoile*, *graine de melon*, *œil de perdrix*, etc., exigent quelques petites modifications dans leur préparation ; elles doivent être plus ou moins légères, compactes, fines, coloriées, etc.

Ces modifications sont encore subordonnées à la qualité et à la nature des blés employés ; ainsi, depuis quelques années, on est arrivé, en mélangeant du gluten granulé avec des blés ordinaires, à obtenir des produits qui peuvent rivaliser avec les meilleures pâtes d'Italie.

Voici, d'après M. Payen, le mode employé pour arriver à ce résultat :

« Pour faire du vermicelle avec de la farine provenant du blé dur, on emploie 34 kilogr. de farine pour 12,5 d'eau ; cette pâte, fortement pétrie, donne 30 kilogr. de vermicelle sec.

Pour préparer le macaroni ou le vermicelle avec addition de gluten, on emploie 30 kilogr. de farine ordinaire, 10 kilogr. de gluten frais et 7 kilogr. d'eau, ce qui représente aussi 30 kilogr. de pâte sèche et donne des produits plus nourrissants et capables de mieux supporter la coction sans se délayer.

Quelquefois, en vue d'obtenir des pâtes très-blanches économiquement, on ajoute à 20 kilogr. de pâte à vermicelle, 12 kilogr. de fécule et 4 kilogr. d'eau ; le produit est alors moins nutritif et offre l'inconvénient de se délayer pendant la cuisson.

Quel que soit le dosage employé, l'opération se fait de la même manière ; on pétrit de la farine (pure ou mêlée de fécule) avec de l'eau bouillante ; la proportion d'eau étant très-faible, on opère le pétrissage, non par les moyens ordinaires, mais à l'aide d'un ustensile nommé *braie des vermicelliers* ; c'est un boulin en bois, taillé sous forme de couteau dans l'étendue de 1 mètre, et arrondi sur le reste de la longueur de 2 mètres environ. On fixe cette braie au moyen d'un anneau passant dans un crochet qui est boulonné dans un fort poteau scellé dans la muraille. L'ouvrier pose la pâte sur une table en quart de cercle ajustée dans l'encoignure de l'atelier, et sur laquelle le tranchant du couteau repose ; il agit à l'extrémité du levier qu'il relève et appuie alternativement en pesant de tout son poids, de manière à opérer un pétrissage énergique.

On parvient plus économiquement au même résultat à l'aide d'un moulin ou pétrin à meules, représenté sur la fig. 1, pl. 36, et que nous décrirons plus loin.

Dès que la pâte est pétrie, on lui donne une des formes spéciales qui caractérisent les pâtes commerciales : si l'on veut la mouler en vermicelle, on l'introduit toute chaude dans le cylindre d'une presse dont le fond, rapporté, est percé de trous circulaires d'un diamètre égal à la grosseur que l'on veut donner au brin. Cette presse est chauffée par une double enveloppe dans laquelle circule de l'eau chaude ou de la vapeur. En faisant opérer, à l'aide d'une vis ou d'une pompe hydraulique, une pression énergique sur la pâte, on l'oblige à se mouler à son passage dans les trous du fond, et à en sortir en fils cylindriques.

L'ouvrier chargé de cette opération coupe les fils de pâte lorsqu'ils ont la longueur convenable ; il les contourne et les porte sur les claies couvertes de papier, pour les faire sécher dans une étuve à courant d'air.

Lorsqu'on veut fabriquer du macaroni, il suffit de changer le fond du cylindre et d'ajuster un autre disque épais dont les trous soient d'un plus grand diamètre, évasés en dedans, et portant dans le milieu un mandrin fixé à la face supérieure du disque et destiné à donner au macaroni la forme de tubes creux. C'est surtout dans la fabrication de cette pâte qu'il est important d'employer des farines riches en gluten et non altérées, car pour faire sécher les macaronis on les pend sur des bâtons arrondis ; il faut donc que la pâte soit de bonne qualité pour supporter son poids sans se rompre

ni se déprimer à la courbure. On peut fabriquer cependant cette sorte de pâte avec des farines de qualité médiocre ; mais alors on la fait sécher en l'étalant à plat et en lui donnant dans cette position une courbure qui ressemble à celle qu'elle aurait prise sur les bâtons.

Si l'on veut préparer des pâtes en forme de lentilles, d'étoiles, d'ellipses plates, etc., le fond de la presse doit être pourvu d'une plaque percée de trous dont la section présente une de ces formes. Un couteau circulaire tourne près du fond et coupe les pâtes à l'épaisseur voulue : en augmentant ou en diminuant la vitesse du passage du couteau, l'on augmente ou l'on diminue l'épaisseur des pâtes. Pour obtenir des disques ou étoiles trouées, il suffit de fixer un mandrin au milieu de chaque ouverture de la plaque. »

Tel est sommairement le mode de fabrication généralement adopté.

Nous allons maintenant décrire en détail et séparément, à l'aide des planches 35 et 36, chacune des principales machines employées actuellement dans cette industrie.

DESCRIPTION DE LA PRESSE A VERMICELLE ET A MACARONI REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 1 ET 2, PL. 35.

La fig. 1re représente, en section verticale faite par l'axe, une presse verticale toute montée avec sa transmission de mouvement et un débrayage automatique.

La fig. 2 en est un plan ou section horizontale faite à la hauteur de la ligne 1-2.

Le corps de la presse se compose d'un cylindre ou cloche A, fondue avec deux fortes oreilles traversées par les deux colonnes B. La base de celles-ci est réunie par des clavettes à une plaque de fonte B′, fixées solidement sur des pièces de bois ou sur un massif en maçonnerie, construit de façon à affleurer le niveau du sol. Lesdites colonnes, prolongées au-dessus du corps de la presse, reçoivent, sur des embases rapportées, un fort sommier en fonte C, fileté à son milieu pour recevoir la vis centrale V, à l'aide de laquelle on opère la pression.

Pour consolider l'ensemble de cette presse, deux doubles tirants en fer méplat D sont serrés sur le sommier supérieur C par de forts écrous *d*, et leurs extrémités sont scellées dans le mur E (fig. 2) de l'usine, à une petite distance duquel l'appareil doit être monté.

La vis centrale V est assemblée à son extrémité inférieure avec un piston en fonte F, d'un diamètre extérieur correspondant au diamètre intérieur du cylindre A du corps de presse, de façon à ce qu'il puisse pénétrer dans ce cylindre, et, en pressant la pâte qu'il contient, la faire sortir en la comprimant à travers les trous du moule M, qui forme le fond.

Pour résister à la pression, ce moule est soutenu au centre par une petite colonne G, qui trouve son point d'appui sur la plaque d'assise B′, garnie à cet effet d'une forte nervure au milieu.

L'extrémité supérieure de la vis V est munie de la grande roue d'engre-

nage R, et elle est prolongée par un bout d'arbre V', qui lui sert de guide en traversant le collet C', fixé sur une charpente en bois H.

Cette charpente, comme l'indiquent les fig. 1res des pl. 35 et 36, sert en outre à recevoir les paliers d'un petit mécanisme, à l'aide duquel on opère le débrayage du long pignon p de la grande roue R, lorsque le piston F est au bout de sa course.

Ce mécanisme se compose d'une boîte en fonte I, contenant un petit châssis muni de coussinets en bronze entre lesquels tourne l'extrémité supérieure de l'arbre vertical J, porteur du pignon p.

Ce petit châssis est ajusté dans la boîte de façon à pouvoir se déplacer verticalement. A cet effet, il est garni d'un écrou traversé par une vis munie de la petite roue d'angle i, qui engrène avec une roue semblable fixée au sommet de l'arbre vertical j. L'extrémité inférieure de cet arbre est munie de la manivelle k, à l'aide de laquelle on fait tourner la vis dans le sens convenable, soit pour éloigner le long pignon p de la roue R, soit, au contraire, pour l'en rapprocher lorsque l'on veut faire fonctionner la presse.

Pour que l'arbre J puisse obéir à ce mouvement, c'est-à-dire s'incliner de la quantité nécessaire au déplacement du pignon, il repose simplement sur un grain d'acier renfermé dans la boîte porte-crapaudine h. Au-dessus de cette dernière est calée la roue d'angle R', qui engrène avec le pignon p' monté au bout d'un petit arbre horizontal e, lequel est muni, au bout opposé, d'une roue droite e'. Celle-ci engrène avec un pignon f' fixé sur un second arbre f, placé dans le même plan vertical que le premier, mais au-dessus. Ces deux arbres, ainsi qu'un troisième g qui leur est perpendiculaire, sont montés sur des paliers ou chaises K, fondues avec une même plaque fixée par quatre boulons sur le bâti en fonte K'.

Le troisième arbre g est muni des poulies fixe et folle P et P', et d'un pignon d'angle g', engrenant avec une roue f^2 fixée au milieu de l'arbre f, de sorte que ce dernier peut transmettre à l'arbre J, par l'intermédiaire des roues f', e', p', R', le mouvement communiqué par la courroie qui entoure la poulie fixe P.

Pour arrêter cette transmission de mouvement, et par suite la presse, lorsque le piston est à fin de course, et que conséquemment la cloche est vide de pâte, il suffit de faire passer la courroie motrice de la poulie fixe sur la poulie folle. Ce passage s'effectue par la machine elle-même au moyen d'un mécanisme de débrayage assez simple : contre le mur E de l'usine, auquel est adossé l'appareil, sont fixés deux supports en fonte L, qui supportent deux petits arbres parallèles superposés l et l' (voyez les fig. 1 et 2 et le détail sur une plus grande échelle fig. 3), le premier est muni d'un levier L', dont l'extrémité, terminée en forme de fourche, est assemblée à une tringle verticale N, d'une hauteur telle que le petit galet, monté à son sommet, puisse être rencontré par la jante de la roue R, quand le piston de la presse est à fin de course. Ce

même arbre l est encore muni d'un cliquet n (fig. 3), qui retient une petite camme n' montée sur le second arbre inférieur l', et faisant corps avec un levier N′.

Ce dernier est forgé avec une branche cintrée, et il est garni d'un contrepoids qui maintient la dent de la camme en contact avec le cliquet n; mais aussitôt que ce dernier échappe la dent de la camme, ce qui a lieu par l'abaissement de la tringle N, le levier N′ oscille, sollicité par le contrepoids, jusqu'à ce que sa branche courbe ait rencontré un petit bloc de bois o (fig. 1), scellé dans le mur, pour limiter sa course.

Il résulte de ce double mouvement que l'arbre l' oscille naturellement avec le levier N′, et comme il est muni de la fourchette d'embrayage F′, celle-ci se déplace de la quantité nécessaire pour faire passer la courroie motrice, qu'elle tient entre ses branches, de la poulie P sur celle folle P′; ce qui provoque immédiatement l'arrêt de tous les organes.

Quand ce débrayage automatique a lieu, la cloche ou cylindre contenant la pâte est vide; il faut donc alors remonter le piston pour procéder à un nouveau chargement.

Si on voulait obtenir ce résultat par le moteur, il suffirait, au moyen d'une courroie croisée, par exemple, de faire tourner les engrenages dans le sens inverse à celui de la descente du piston; mais, par suite du rapport des engrenages qui ne serait naturellement pas changé, ce piston mettrait autant de temps à remonter qu'il en avait mis à descendre, ce qui ferait perdre un temps considérable. Pour obvier à cet inconvénient, la roue R est munie de poignées ou manettes m à l'aide desquelles l'ouvrier, en faisant tourner directement la vis V, fait rapidement remonter le piston; il a le soin de débrayer préalablement le pignon p en l'éloignant de la roue R.

TRAVAIL DE LA PRESSE.

Chaque appareil semblable à celui que nous venons de décrire doit avoir une double série de moules : les uns pour le vermicelle, les autres pour le macaroni, suivant la plus ou moins grande finesse des fils ou des tubes que l'ont veut obtenir.

La figure 4 indique en détail, en section et en plan vu en dessus, la moitié d'un moule à vermicelle; et la figure 5 une moitié de moule à macaroni.

On remarque que dans la construction de ces moules, qui demande beaucoup de soin, l'évasement des trous diminue au fur et à mesure qu'ils s'écartent du centre, quoique cependant les ouvertures de départ de la pâte doivent rester les mêmes. Cette disposition a pour but d'offrir une plus grande facilité d'échappement à la pâte, qui se trouve au centre du corps de presse, et par suite d'établir une sorte de compensation dans l'inégalité de chaleur qu'elle possède dans l'intérieur du cylindre. Celui-ci, étant chauffé par un courant de vapeur qui passe entre l'enveloppe en

cuivre a (fig. 1) et sa paroi extérieure, doit naturellement donner une température plus élevée à la couche qui se trouve contre la paroi intérieure, qu'à celle qui occupe le centre du cylindre. Or, plus la pâte est chaude, plus elle passe avec facilité.

Ces moules sont composés d'un fort disque en bronze; ceux destinés à la fabrication du vermicelle sont simplement percés d'ouvertures évasées; mais pour le macaroni, afin de former le tube creux qui caractérise cette sorte de pâte, des petites tiges en cuivre rouge sont engagées dans des trous percés horizontalement dans les cloisons qui séparent les ouvertures de départ de la pâte; ces tiges sont ensuite recourbées de chaque côté, de façon à occuper exactement le centre de ces ouvertures.

Pour empêcher, pendant que la pression s'effectue, la pâte de passer au-dessus du piston, on a le soin de mettre une couronne de chanvre tressée dans la petite gorge a' (fig. 1) qui termine le piston. Cette précaution suffit pour faire un joint suffisamment hermétique.

Suivant que la presse fabrique du vermicelle ou du macaroni, la durée de la course du piston est variable: ainsi, elle doit s'effectuer en 30 minutes environ pour le vermicelle, et seulement en 60 minutes quand le cylindre est muni du moule à macaroni.

On obtient cette différence de vitesse en substituant la roue e' à celle f'; ainsi, avec la position respective que ces deux roues occupent sur la fig. 1, la descente du piston s'effectue en 60 minutes, et elle s'effectuerait en moitié de temps si la roue e' était à la place de celle f'.

Dans les deux cas, la vitesse communiquée à la poulie motrice est de 60 révolutions par minute environ. Le rapport constant entre le premier pignon d'angle g' et la roue f^2 est de :

$$1 : 5, \text{soit} : \frac{60}{5} = 12 \text{ tours}$$

communiqués à l'arbre f.

En admettant ce dernier muni du pignon f', qui a 20 centimètres de diamètre, et qui engrène avec la roue e', de 30 centimètres de diamètre, la vitesse de l'arbre e est de :

$$\frac{20 \times 12}{30} = 8 \text{ tours par minute.}$$

Et celle de l'arbre J, par suite du rapport de 1 : 2 existant entre le pignon p' et la roue R', est de 4 tours seulement.

Le long pignon p, fixé sur cet arbre, n'a que 16 centimètres de diamètre au cercle primitif, tandis que la grande roue R, montée sur l'arbre de la vis, a 1^m33, ce qui indique que celle-ci ne fait que :

$$\frac{0{,}16 \times 4}{1{,}33} = 0^t48,$$

soit environ un demi-tour par minute.

Le pas de la vis est de 2 centimètres, le piston descend alors de 60 centimètres en 60 minutes environ.

Mais quand la roue e' est substituée au pignon f, les rapports changent, et sont alors pour l'arbre e de :

$$\frac{30 \times 12}{20} = 18 \text{ tours}.$$

Ce qui, par suite du rapport de 1 : 2 de la roue R et de son pignon p', donne une vitesse de 9 tours au long pignon p, et à la vis V, munie de la roue R de :

$$\frac{0,16 \times 9}{1,33} = 1^{t}08,$$

soit environ un tour par minute; et comme le pas de la vis est de 2 centimètres, il en résulte que le piston met 30 minutes pour effectuer sa course de 60 centimètres.

PRESSE A PETITES PATES, REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 6 A 13, PL. 35.

La fig. 6 représente un plan vu en dessus d'une presse horizontale destinée à la fabrication des petites pâtes, désignées communément sous les noms de *croix de Malte, étoiles, graines de melon, œil de perdrix,* etc.

La fig. 7 en est une projection verticale et longitudinale, l'écrou et le cylindre coupés.

La fig. 8 est une vue par bout du côté du couteau coupe-pâte.

Les fig. 9 et 10 indiquent, en détails, la disposition du support et de la camme, au moyen de laquelle on opère le débrayage du pignon long.

La fig. 11 représente, à l'échelle de 1/10, le cliquet de retenue de la fourchette qui conduit la courroie de la poulie folle à celle fixe et *vice versâ*.

Les fig. 12 et 13 sont des détails du mouvement du couteau opérant le coupage des pâtes, suivant une épaisseur déterminée, qui dépend de la vitesse du piston et de celle du couteau.

Comme on le remarque, cette presse ne diffère pas sensiblement de celle destinée à la fabrication du vermicelle et du macaroni, si ce n'est sa position horizontale, qui a forcément amené le constructeur à modifier la disposition des supports et de quelques pièces de débrayage.

Dans cette petite presse, la cloche ou cylindre A est fondue d'une seule pièce avec son support A', qui est composé de deux montants inclinés, réunis par la base avec une plaque d'assise percée pour recevoir quatre boulons, au moyen desquels elle est fixée sur une pièce de bois ou massif en maçonnerie B'. L'écrou C est également fondu avec un bâti semblable, fixé de la même manière et réuni avec celui A' par de forts boulons B (fig. 6).

Quelquefois, pour apporter plus d'économie dans la construction, M. Gilquin fixe simplement le cylindre et l'écrou dans l'épaisseur de deux

fortes pièces de bois qu'il réunit ensemble par des traverses. C'est tout aussi solide, mais comme élégance et légèreté, l'appareil y perd beaucoup. Dans tous les cas, un troisième support en fonte C′ sert de guide à la tige V′ qui forme le prolongement à la vis V, à l'extrémité de laquelle est ajusté, par une bague *v* et deux segments rapportés (fig. 7), le piston presseur F. Cet ajustement, comme on le voit, permet à la vis de tourner sans le piston.

La grande roue R, quelle que soit la position de celui-ci, engrène toujours, comme dans la presse verticale, avec le pignon *p*, par suite de la grande longueur donnée à sa denture. Les deux extrémités de son axe J sont ajustées dans des coussinets supportés par deux cammes *i*, placées chacune au milieu de leurs supports I et I′. Ces deux cammes sont calées d'une manière semblable ou correspondante sur un même arbre *j*, muni à son extrémité du petit volant à main *k*, à l'aide duquel on peut alors les faire tourner simultanément.

Quand ces cammes sont dans la position indiquée fig. 7, 9 et 10, c'est-à-dire que le développement excentré de leur périphérie est en dessus, en contact avec les coussinets entre lesquels tourne l'arbre J, celui-ci est maintenu élevé, de façon à ce que les dents de son pignon *p* restent engrenées avec la grande roue R; mais quand ,par un demi-tour effectué à l'aide du volant *k*, on place les cammes dans la position ponctuée fig. 9, les deux coussinets de l'arbre J qui ne sont soutenus que par elles, et qui peuvent glisser librement entre les deux joues des supports I et I′, suivent naturellement leur mouvement, et le pignon *p* est alors descendu parallèlement à son axe de la quantité suffisante pour que ses dents ne se trouvent plus en contact avec celles de la roue R.

L'extrémité prolongée de l'arbre J, en dehors du second support I′, est garni d'une roue R′, qui engrène avec un pignon *p′* fixé sur l'arbre *g*, sur lequel sont montées les poulies fixe et folle P et P′.

Un débrayage automatique, presque semblable à celui appliqué à la presse à vermicelle, est disposé au-dessous de la tige-guide V′, pour faire passer la courroie de la poulie fixe sur la poulie folle. A cet effet, deux chaises en fonte L supportent les deux petits arbres *l* et *l′*; le premier *l*, muni du cliquet *n*, reçoit le levier L′, qui est terminé par une fourche, entre laquelle passe l'arbre V. Vers l'extrémité de cet arbre est fixée une bague N, placée à une distance telle que, lorsque le piston est au bout de sa course, elle vienne rencontrer la fourche du levier L′ pour le forcer à s'incliner. Ce mouvement fait alors tourner l'arbre *l* d'une quantité suffisante, pour que son cliquet *n* (fig. 7 et 11) soit dégagé de la dent de la camme *n′*; ce qui permet au contre-poids *q* d'agir pour faire osciller le levier N, jusqu'à ce que sa branche coudée vienne rencontrer le bloc *o* (fig. 7), qui limite sa course. Celle-ci est calculée, comme l'indique le tracé en lignes ponctuées fig. 7, pour que la fourchette d'embrayage fasse passer la courroie de la poulie fixe P sur celle folle P′.

La presse alors arrêtée, on débraye le long pignon p et on remet le piston à son point de départ, dans la position indiquée fig. 6, en le remontant au moyen des manettes m, montées sur la roue R; la pâte est ensuite mise à la main dans la cloche à plusieurs reprises, et est à chacune d'elles bourrée par l'ouvrier qui se trouve aux manettes.

Pour les presses à petites pâtes, la cloche n'est pas chauffée, et les moules M doivent être plus épais que ceux des presses verticales à vermicelle, attendu qu'ils n'ont pas de colonnes au centre qui les soutiennent. Leur centre est en outre muni d'un couteau c (fig. 6, 7, 12 et 13), qui reçoit un mouvement de rotation continu par les poulies à plusieurs gorges étagées Q, afin de pouvoir faire varier la vitesse du couteau et par suite l'épaisseur des pâtes que celui-ci débite, au fur et à mesure de l'avancement du piston dans l'intérieur du cylindre.

Cette poulie est fixée sur un petit axe q', monté dans deux traverses supportées par deux petites colonnettes S, qui sont fixées contre des oreilles venues de fonte avec le cylindre. Une petite vis de pression s, engagée dans un étrier rivé sur la seconde traverse, permet de régler le degré de frottement de la lame du couteau sur la face externe du moule.

Pour que ce frottement soit doux et élastique, une des extrémités du couteau est réuni avec la circonférence de la poulie par un ressort c' (fig. 7 et 12). L'extrémité opposée est montée librement sur le bout de l'axe q' de la poulie, de sorte que celle-ci ne fait qu'entraîner dans sa rotation l'extrémité attachée à sa circonférence au moyen du ressort c', tandis que l'autre extrémité du couteau reste en place, en conservant l'axe q' comme centre de mouvement.

La course du piston de cette presse à petites pâtes est, comme dans la presse à vermicelle, de 60 cent.; en donnant une vitesse de 60 révolutions par minute à la poulie motrice, cette course s'effectue en 30 minutes par suite des rapports des engrenages.

Ainsi le pignon p' ayant 20 cent. de diamètre et la roue R' 1m 33, la vitesse de l'arbre J est alors de :

$$\frac{0{,}20 \times 60}{1{,}33} = 9^{t}\,02 \text{ par } 1',$$

et celui-ci transmet à la vis V un mouvement ralenti qui n'est plus que de :

$$\frac{1^{m}33 \times 9}{16} = 1^{t}\,08 \text{ par } 1'.$$

Le pas de cette vis étant de 2 cent., elle mettra donc, comme nous venons de le dire, environ 30 minutes à parcourir les 60 cent. qui représentent la course complète du piston.

ENSEMBLE D'UNE VERMICELLERIE, FIG. 1, PL. 36.

L'installation d'une vermicellerie, comme celle de toute espèce d'usines, varie naturellement suivant la quantité de produits que l'on veut obtenir journellement ou annuellement, et avec la disposition des bâtiments que l'on veut utiliser. Malgré cela, pour donner une idée de l'importance d'un établissement propre à cette fabrication, nous avons représenté sur la fig. 1, pl. 36, en projection verticale, une installation de vermicellerie, très-simple et applicable dans beaucoup de localités.

Ainsi, comme cela se fait le plus généralement, nous avons supposé les machines au rez-de-chaussée et les chambres d'étendage au premier étage.

Ces chambres se composent simplement de compartiments renfermant des châssis distants de 32 cent. environ, sur lesquels sont recueillies les pâtes. Elles sont chauffées par des tuyaux de vapeur ou par un calorifère, à une température de 15 à 20° suivant le besoin. Le premier mode de chauffage donne, en général, de bien meilleurs résultats que le mode de chauffage par un calorifère.

La commande des appareils peut se faire par un moteur quelconque, soit une roue hydraulique, soit une machine à vapeur ou un manége.

Pour une fabrication journalière de 7 à 800 kilogr. de produits, M. Gilquin estime qu'une force de quatre chevaux est nécessaire, et que les appareils doivent être les suivants :

Deux presses verticales à vermicelle ou macaroni;

Une presse horizontale à petites pâtes;

Des moules assortis pour vermicelle, macaroni et petites pâtes;

Deux pétrins.

Les pétrins employés pour la préparation des pâtes, qui est une des principales opérations dans la fabrication, sont de deux sortes : à mouvement *rectiligne alternatif* ou *circulaire*. C'est ce dernier système qui est le plus généralement adopté, parce qu'il présente l'avantage de ne pas occasionner de pertes de temps.

Nous avons représenté un pétrin de ce système sur le premier plan fig. 1re, en section verticale passant par l'axe du mouvement de la meule. Sa disposition est très-simple : il se compose d'une auge circulaire en fonte ou en bois T, monté sur un massif en maçonnerie T′. Un arbre vertical U, supporté par la crapaudine u et maintenu dans sa hauteur entre les collets u' et u^2, traverse le centre de cette auge; il est forgé avec une partie renflée traversée par deux rainures transversales, dans lesquelles sont engagées la tête de l'arbre v et la goupille qui retient cette tête, sans empêcher, au besoin, un petit mouvement ascendant de la meule M′ traversée par le bout de l'arbre.

Ces meules sont généralement en pierre de granit, et elles sont montées

sur leur axe au moyen d'une douille en bronze retenue du côté intérieur par une embase, et du côté extérieur par un fort écrou v'.

Cette disposition permet à la meule de tourner librement sur son axe horizontal, tandis que celui-ci ne fait que se déplacer en décrivant un cercle avec l'arbre vertical U, qui est le centre du mouvement.

Ce dernier fait environ quatre tours et demi par minute; à cet effet, il reçoit le mouvement du moteur par l'intermédiaire de la roue R^2, engrenant avec un pignon d'angle qui est dans un rapport de 1 : 6 avec elle. Ce pignon est fixé sur un arbre horizontal muni de deux poulies, l'une fixe et l'autre folle.

Le service de ce pétrin est aussi simple que sa disposition : un ouvrier précède la meule de 25 à 30 centimètres et ramène la pâte qui s'est éloignée de son action, en se logeant à droite et à gauche de la piste.

Comme on le remarque sur la disposition d'ensemble (fig. 1, pl. 36), les deux presses à vermicelle sont placées l'une à côté de l'autre et adossées contre un des murs de l'usine sur le second plan, tandis que la presse à petites pâtes, qui est à droite, est sur le premier plan avec le pétrin à sa gauche.

L'avantage que présente cette disposition, c'est que toutes les poulies motrices P des appareils se trouvent placées dans le même sens, et qu'elles peuvent recevoir, au besoin, leur mouvement d'un même arbre de couche régnant longitudinalement au-dessus des machines.

On doit comprendre, du reste, que l'on peut modifier cette disposition de bien des manières, et que toutes les combinaisons, surtout celles des transmissions de mouvement doivent être subordonnées aux exigences du local.

Dans un coin de l'usine, se place le petit appareil représenté fig. 14 de la pl. 35; il sert à faire la préparation nécessaire aux pâtes qui doivent posséder une teinte jaune. Cette teinte s'obtient au moyen du safran que l'on fait infuser dans la capacité C^2, en chauffant le double fond F^2 par un jet de vapeur qui arrive par le petit tuyau t et s'échappe, après avoir traversé le double fond, par le tuyau t'.

Cette infusion une fois obtenue, le produit est soutiré par le tube de vidange muni du robinet r, pour être ensuite mêlé avec l'eau qui sert à pétrir la pâte.

L'installation complète des appareils pour une usine pouvant satisfaire aux conditions que nous avons indiquées, c'est-à-dire produire 7 à 800 kilogrammes de pâtes commerciales fabriquées par jour, exige environ une dépense première de 25 à 26,000 francs, les transmissions de mouvement comprises, mais non le moteur.

FABRICATION DU BISCUIT DE MER

DISPOSITION GÉNÉRALE D'UNE BISCUITERIE

PÉTRIN, ROULEAUX LAMINEURS, COUPE-PATE, ETC.

(PLANCHE 36)

Comme presque toute espèce de fabrication, celle du biscuit de mer a subi bien des modifications depuis son origine, d'abord dans ses procédés manuels, puis, plus tard, dans les agents mécaniques qui y furent substitués.

D'après M. Rollet (1), aucun appareil vraiment mécanique n'avait été employé avant 1830; l'auteur ne cite qu'un coupe-pâte mis en usage à Brest, et au moyen duquel on pouvait couper et percer quatre galettes à la fois, en appuyant sur l'extrémité d'un levier. Ce système fut modifié plus tard par M. Crespin, directeur des subsistances à Rochefort, qui eut l'idée de remplacer le levier par une vis de pression.

Dans la manutention de M. Baudry, à Nantes, la mise en galette de la pâte était effectuée par un appareil à pétrir et à laminer, composé de deux meules coniques qui agissaient par leur propre poids; puis, cette pression terminée, on coupait la pâte par morceaux, auxquels on donnait la forme d'une boule que l'on aplatissait ensuite à l'aide d'un rouleau à main; et la pâte, dans cet état, était laminée entre deux rouleaux qui la réduisaient en une galette ronde d'une épaisseur déterminée, que l'on perçait de huit ou dix trous avec un piquoir à plusieurs poinçons.

En 1829, M. Selligue proposa à la marine un pétrin dans lequel la pâte devait être frasée, pétrie et laminée. Il consistait en deux rouleaux, dont l'un uni, et l'autre cannelé, placés à la partie inférieure de l'appareil, lesquels frasaient et pétrissaient la pâte qui, arrivée à un certain degré de consistance, était entraînée par un système de cylindres disposés suivant un plan incliné s'élevant vers la partie supérieure du pétrin, où elle était con-

(1) Mémoire sur la meunerie, la boulangerie et la conservation des grains et farines.

trainte de passer entre deux rouleaux lamineurs, qui la réduisaient à l'épaisseur convenable.

En 1830, M. Thomas Tassel-Grant, employé des subsistances de la marine royale à Portsmouth, imagina et fit établir par M. Rennie de Londres, pour fonctionner à l'établissement royal de Weovil, une série d'appareils propres à la fabrication complète du biscuit.

Ces appareils donnèrent des résultats assez avantageux pour qu'on en fît appliquer de semblables à Plymouth, puis chez MM. Frasert et Hullah, à Wapping, et chez M. Packam, à la ville d'Eu; aujourd'hui ce sont encore ces appareils qui sont les plus généralement employés. On leur a fait subir, à la vérité, des modifications assez importantes sous le rapport des constructions et des dispositions de détails, mais le principe fondamental est resté toujours le même.

Ce sont ces appareils perfectionnés que nous avons représentés par les fig. 5 à 11 de la planche 36; ils sont au nombre de trois, savoir :

1° *Un pétrin cylindrique* muni au centre d'un arbre horizontal armé de couteaux qui opèrent le mélange de la farine et de l'eau chaude, destinées à la préparation de la pâte.

2° *Deux rouleaux lamineurs* sous lesquels la pâte est formée en galette à l'épaisseur voulue.

3° *Un découpoir* ou *coupe-pâte*, qui donne à la fois l'empreinte à seize galettes prêtes à être mises au four.

Le service de ces appareils nécessite une manipulation encore assez importante, en ce qu'étant indépendants les uns des autres, le travail n'est pas continu. Pour remédier à cet inconvénient, MM. Rollet et Auboin ont fait exécuter pour l'établissement de Rochefort, plusieurs machines produisant le même travail, mais qui diffèrent assez sensiblement, comme disposition, de celle de M. Tassel-Grant.

La première est un pétrin circulaire, monté sur galets, et mobile sur un pivot vertical; il est garni de cylindres compresseurs et d'agitateurs qui effectuent complétement le frasage et le pétrissage de la pâte.

La seconde se compose d'une série de rouleaux lamineurs formant plan incliné sur lequel on dispose la pâte sortant du pétrin; à la partie la plus basse de ce plan incliné sont établis quatre cylindres, dont les deux premiers verticaux servent à déterminer la largeur de la galette, tandis que les deux autres, placés horizontalement, la laminent à une certaine épaisseur, la poussent sur des rouleaux mobiles et la conduisent vers deux autres paires de cylindres lamineurs, qui pressent de nouveau la pâte et la réduisent à l'épaisseur qu'elle doit avoir avant de passer au découpoir.

La troisième machine est un coupe-pâte cylindrique à mouvement continu placé à la suite des autres appareils, et marchant avec la même vitesse que les rouleaux lamineurs, de sorte que la pâte arrive d'elle-même toute préparée, conduite sur un plancher mobile, à l'action des couteaux diviseurs et des poinçons perceurs.

Enfin, en sortant de cette machine, lorsque ces galettes ont été coupées et percées, on procède à leur enfournement en les plaçant d'abord sur des châssis en toile métallique, et en rangeant ensuite ceux-ci sur des étagères roulantes que l'on approche de la bouche du four.

Le système complet de MM. Rollet et Auboin, par la réunion des appareils et de la continuité des opérations, peut présenter des avantages dans les grands établissements, en permettant d'obtenir une production rapide et une certaine économie de main-d'œuvre, mais le mécanisme du coupe-pâte cylindrique assez compliqué demande un grand soin d'exécution, et, par suite, cette machine, facile à se déranger, doit être d'un prix très-élevé. La commande de la série de rouleaux lamineurs et conducteurs est aussi plus compliquée que celle des lamineurs du système de M. Tassel-Grant, et quant au pétrin circulaire de MM. Rollet et Auboin, nous croyons qu'il peut être remplacé avantageusement par celui de M. Rolland qui, beaucoup plus récent, est à la fois plus simple et plus facile à manœuvrer.

En résumé, les machines perfectionnées de M. Tassel-Grant sont les plus répandues, et ce sont elles qui, commercialement, donnent les meilleurs résultats; c'est pourquoi nous nous attacherons particulièrement à les décrire. Mais auparavant, comme en France, dans tous les petits ports, on fabrique encore le biscuit de mer à la main, nous allons donner les procédés employés pour cette manutention, d'après une note que M. Championnière, ingénieur civil à Paris, a eu l'obligeance de nous communiquer; nous ferons ensuite ressortir les avantages qui peuvent résulter de l'emploi des moyens mécaniques, à l'exclusion de cette dernière méthode.

FABRICATION MANUELLE DU BISCUIT.

On peut diviser en deux catégories les biscuits qui sont employés dans la marine. Les uns, fabriqués sans levain, sont embarqués sur les navires qui font des voyages de long cours, tandis que le cabotage préfère les biscuits dans lesquels il entre du levain. La quantité consommée de ce dernier est très-faible, et elle provient ordinairement des boulangers qui les fabriquent à peu près comme le pain, en faisant une pâte beaucoup plus ferme.

Dans la fabrication du biscuit à la main, on jette 100 kilogr. de farine dans un pétrin ordinaire; on y verse 45 à 50 litres d'eau, suivant la nature de la farine, et l'on commence le pétrissage avec les bras, comme l'exécutent les boulangers qui font le pain. La farine mélangée à l'eau dans un bout du pétrin est ensuite prise séparément par petite quantité et placée entre le poing droit et le bras gauche; elle y subit une espèce de torsion destinée à faire un mélange plus parfait entre l'eau et la farine.

Quand cette opération, qui porte le nom de *frasage*, est terminée, la pâte est placée sur une table basse munie d'un levier d'environ 3 mètres, ayant l'une de ses extrémités prise dans une charnière fixée à la table. Un homme et un enfant, en agissant à l'autre extrémité de ce levier avec tout le poids de leurs corps, compriment

fortement la pâte, pendant quatre ou cinq minutes, sur toutes les parties apportées sur le plateau. Après ce second travail, un des ouvriers, montant sur la table, pétrit la pâte avec ses pieds nus, comme on fait ordinairement de la terre à poteries. L'action a lieu au moyen du talon qui agit en glissant avec une certaine pression. Il fait ainsi passer toute la pâte sous ses pieds, et, en la malaxant bien, il lui donne le liant qui lui est nécessaire.

Lorsque la masse est bien liée, on la sépare en tranches avec un couteau, et l'ouvrier les prend successivement une à une, en forme des rouleaux sur la table, et les coupe encore en quatre ou cinq parties destinées à faire autant de galettes. Elles sont terminées par le *brigadier*, qui les aplatit et leur donne la forme ronde, au moyen d'un petit cylindre en bois; et quand elles sont finies, un *jeune servant* les porte sur une table, où, au moyen d'une piquoire garnie de vingt-cinq à trente poinçons, il les frappe des deux côtés, pour que la vapeur, qui doit s'échapper pendant la cuisson, trouve une issue plus facile.

Dans quelques localités, et principalement dans les ateliers du gouvernement, on tient à avoir des biscuits de forme carrée; on y arrive en soumettant la pâte à un moule qui, ordinairement en découpe quatre à la fois et les pique en même temps.

Pendant ces diverses opérations, un quatrième ouvrier chauffe le four, et l'enfournement est exécuté par deux hommes à la fois. Pour cela, chacun tenant à la main gauche sept ou huit galettes les projette une à une dans le four, à la place qu'elles doivent occuper.

L'enfournement consistant en 580 à 600 galettes, est opéré en 16 ou 17 minutes.

La durée de la cuisson est de 45 à 50 minutes, avec un four chauffé à 350 degrés.

Quand on défourne, on a le soin de faire rester un peu plus longtemps les galettes qui ont été mises les dernières, malgré la précaution que l'on a de chauffer toujours davantage le four vers la bouche.

Nous allons maintenant décrire en détail les appareils mécaniques propres à ladite fabrication, et ensuite nous ferons ressortir l'économie qui doit résulter de l'emploi de ces machines sur le travail manuel.

DESCRIPTION DES APPAREILS A FABRIQUER LE BISCUIT DE MER REPRÉSENTÉS SUR LES FIG. 2 A 11 DE LA PL. 36.

La fig. 2 est un plan général, à l'échelle de 1/50, de la portion de l'usine contenant le pétrin, les rouleaux lamineurs et le coupe-pâte.

La fig. 3 représente cette même disposition en projection verticale.

La fig. 4 est une section verticale du pétrin, dessinée à la même échelle que sur les vues d'ensemble.

La fig. 5 représente, à l'échelle double des figures précédentes, le coupe-pâte en section verticale faite par le milieu.

La fig. 6 en est une section horizontale faite à la hauteur de la ligne 1-2.

La fig. 7 est une vue de côté correspondante à la fig. 5.

Les fig. 8, 9 et 10 indiquent en détails, en sections et en plans, à l'échelle de 2/25, les dispositions des couteaux et des poinçons perceurs.

Les fig. 11 et 12 font voir, en sections longitudinale et transversale, la disposition d'un rouleau lamineur et de sa table.

Pétrin mécanique. — Comme pour la préparation du pain, on peut employer pour le biscuit différents systèmes de pétrins, mais dans tous les cas, quel que soit celui que l'on adopte, il faut que les bras ou les lames, les palettes ou agitateurs quelconques qu'il renferme, présentent une force un peu plus considérable que pour le travail des pâtes propres à la confection du pain.

Les dispositions du pétrin Rolland se prêtent aisément à cette appropriation ; ainsi, pour les pâtes douces, les lames placées dans la caisse demi-cylindrique en bois doublé de tôle, ou entièrement en métal, qui forme le corps du pétrin proprement dit, sont perpendiculaires à l'arbre horizontal sur lequel elles sont fixées ; elles sont, en outre, alternativement longues et courtes, légèrement courbées, et forment, au moyen de deux traverses qui les réunissent, deux cadres ou râteliers à claires-voies.

Pour les pâtes fermes ordinaires, les lames sont placées sur champ et un peu obliquement ; et, pour les pâtes destinées à la confection du biscuit de mer, les lames sont remplacées par des tiges cylindriques *a* (fig. 2 et 4) assemblées autour de l'axe horizontal *b*, de façon à former une double hélice, échelonnant et soulevant la pâte graduellement. Des contre-tiges *c* sont fixées sur la circonférence interne de la caisse en tôle A, afin que la pâte, entraînée par les tiges qui font partie de l'arbre mobile, vienne se diviser, se laminer, enfin se pétrir contre les contre-tiges fixes.

La caisse A est formée de feuilles de tôle cintrées, et de deux fonds plats A′, rivés sur deux disques verticaux fondus avec des douilles ou collets montés dans les paliers, ménagés au sommet des deux montants verticaux B, qui, réunis par des boulons *d*, forment le bâti de l'appareil.

Les douilles ou collets rapportés sur les côtés latéraux de la caisse sont traversés par l'arbre *b* des agitateurs, qui reçoit, en dehors du bâti, une roue d'engrenage *c* (fig. 2), laquelle engrène avec un pignon dont l'axe, supporté par un des montants B et par le palier additionnel B′, est muni de deux poulies *p* et d'un manchon d'embrayage à griffes *e*. Ce dernier est fixé sur l'arbre au moyen d'une longue clavette, et les deux poulies y sont ajustées folles, de sorte que les agitateurs ne peuvent fonctionner que quand le manchon est embrayé soit avec la poulie de droite, soit avec celle de gauche. Dans le premier cas, ils tournent dans un certain sens, dans l'autre cas, ils tournent dans le sens opposé. Pour arriver à ce résultat, l'une des deux courroies qui commandent ces poulies doit être croisée. Le débrayage s'opère facultativement en agissant sur le levier à manette E, soit pour produire l'arrêt, soit pour changer le sens de rotation.

Pour opérer le renversement de la caisse, afin de la vider lorsque la pâte est suffisamment malaxée, un levier à main D (fig. 2 et 3) est fixé sur la face latérale de gauche qui est en outre pourvue de trois crans *d′*, dans lesquels on fait pénétrer la dent du mentonnet à bascule D′, pour maintenir la caisse, au besoin, dans trois positions différentes, soit pendant le travail, comme l'indiquent les figures, soit renversée comme on le

voit en lignes ponctuées fig. 3, soit enfin dans une position intermédiaire.

APPAREIL LAMINEUR. — Deux rouleaux en fonte F et F′, servent à mettre la pâte en nappe et à la réduire à l'épaisseur voulue. Ils sont en fonte, creux intérieurement, tournés avec soin à l'extérieur et d'un poids de 650 à 700 kilogrammes environ; des renflements *f*, également tournés (fig. 11 et 12), sont ménagés à chaque extrémité, afin de former collets ou guides en roulant sur les nervures *g*, fondues avec les deux montants verticaux G qui forment le bâti.

Une table en fonte G′ est placée sous chaque cylindre et repose sur une traverse *g′* (fig. 3), fondue avec les deux montants qu'elle réunit. Ses deux extrémités sont garnies de boîtes rectangulaires H, dans lesquelles on met la farine servant à saupoudrer les planchettes H′ qui reçoivent les galettes.

Pour faciliter le passage de ces planchettes, lorsqu'elles viennent d'être chargées de pâte, la table G′ du premier rouleau lamineur E est garnie de quatre galets I (fig. 2, 11 et 12), montés sur des ressorts *i* qui leur permettent de fléchir sous la pression du lamineur.

Il n'est pas utile de garnir la seconde table de galets semblables, parce que la pâte ayant subi une première pression, son épaisseur est assez diminuée pour s'engager aisément entre la table et le cylindre.

Des petits rouleaux en bois *j* tournés avec des joues, sont munis d'axes en fer, montés librement au sommet des montants verticaux en fonte J′; ils se trouvent alors placés à une hauteur correspondante à celle des tables G′, et servent ainsi de guides ou de chemins aux planchettes qui sont amenées successivement du pétrin au coupe-pâte, en passant sous les deux rouleaux lamineurs.

Ces derniers sont animés d'un mouvement de va-et-vient qui les fait se déplacer, en tournant librement d'une extrémité à l'autre de chacune de leurs tables respectives, ainsi que l'indiquent les positions ponctuées fig. 3. Ce mouvement leur est communiqué par l'intermédiaire des balanciers J, dont les têtes présentent de longues ouvertures ou coulisses, qui reçoivent les tourillons en fer *f′* (fig. 11), de façon que ceux-ci peuvent se déplacer librement d'une hauteur correspondante à l'amplitude du mouvement du balancier, ce qui, par suite, permet aux cylindres de se mouvoir sur un plan horizontal.

Pour empêcher la pâte de s'attacher à ces cylindres, ils sont pourvus de racloirs composés de deux lames inclinées *k*, reliées par deux branches horizontales à des bagues montées librement sur les tourillons *f′*. Ces bagues sont forgées chacune avec une tige verticale *k′*, qui présente à son extrémité une sorte de fourche entre laquelle vient s'engager la nervure interne du balancier correspondant J, de sorte que celui-ci, en retenant la branche *k′* parallèlement à son axe, empêche le châssis du racloir d'être entraîné par le cylindre lamineur dans son mouvement de rotation.

Les balanciers J ont leur centre de mouvement sur des patins en fonte *j′*, placés parallèlement de chaque côté des cylindres; ils sont re-

liés à leur bielle correspondante L qui, à cet effet, est forgée à l'une de ses extrémités avec deux fourches *l*, tandis que l'autre est simplement méplate pour recevoir l'assemblage des brides et des coussinets *l'*, qui réunissent la bielle avec sa manivelle motrice L'.

Coupe-pate.— Cet appareil est celui qui, dans la fabrication, demande le plus de soins et offre le plus de difficultés dans sa construction.

Le système que nous avons choisi et représenté en détails (fig. 5 à 10) est celui de M. Grant, construit par M. Rennie de Londres. La seule différence existant entre le coupe-pâte qui fonctionne chez M. Packam, et ceux de M. Championnière, consiste, comme nous le ferons remarquer, dans la disposition des tiges ou boulons qui, reliés à de petits cadres, chassent, par un mouvement brusque, les galettes divisées, en les détachant des couteaux et des poinçons qui ont opéré leur division, et pratiqué les trous nécessaires à l'échappement de la vapeur pendant la cuisson.

Le bâti de cette machine se compose de deux montants verticaux M, fondus d'une seule pièce avec cinq traverses M' qui les réunissent environ au milieu de leur hauteur. Deux de ces traverses sont garnies de lames en acier *m* formant ressorts, et à l'extrémité desquelles sont montés les rouleaux en bois *m'*, destinés à supporter les planchettes mobiles H' recevant la pâte.

Une traverse N, reliant la partie supérieure du bâti, est forgée au milieu avec un renflement rectangulaire percé d'un trou cylindrique qui sert de guide à la tige *n* du découpoir, afin de l'obliger à s'élever bien verticalement; il est, en outre, guidé par deux petites tringles méplates vissées sur les panneaux en tôle *n'* (fig. 6), fermant la partie supérieure des deux montants à jours du bâti.

Ce découpoir est formé d'un plateau de fonte carré N', muni au centre d'une saillie méplate sur laquelle la partie inférieure des deux tringles de suspension O est attachée, tandis que leur partie supérieure est reliée au levier O', qui transmet le mouvement de va-et-vient au découpoir.

A cet effet, une des extrémités de ce levier est articulée avec la fourche fixe *o*, et l'autre est reliée, par une double articulation à angle droit *o'*, avec la tige Q. Cette double articulation permet les déviations résultant des mouvements de l'excentrique Q' (fig. 3), qui communique le mouvement transmis par l'arbre moteur T.

Le plateau en fonte N' a ses quatre côtés garnis de lames en acier *q* (fig. 5, 8 et 10), qui forment un rebord tranchant. D'autres lames semblables *q'* sont disposées sous ce plateau et sur deux rangées perpendiculaires, de façon à former par leur intersection 36 cases régulières et de mêmes dimensions.

Ces dernières lames sont retenues par une plaque de tôle garnie d'une série de poinçons *r*, disposés pour percer l'épaisseur de la pâte de part en part. Cette plaque de tôle est vissée sous le plateau en fonte N'.

Ces deux plaques sont percées de 36 trous qui correspondent au centre

des carrés; ils servent à recevoir des tiges r' surmontées par une tête pesante en goutte de suif, et recevant à leur partie inférieure des petits cadres ou croisillons s, destinés à repousser la pâte après qu'elle a été coupée. A cet effet, les tiges r' peuvent se mouvoir librement dans les trous pratiqués dans les plaques, et leur tête, en sus de leur poids, est recouverte d'une planchette R chargée d'un contre-poids R′.

Quand le découpoir descend, ce qui a lieu jusqu'à la rencontre de la couche de pâte qui recouvre la planchette H′, tous les petits châssis s sont maintenus au niveau des lames (fig. 8); mais quand, par suite de la pression exercée, les lames ont pénétré l'épaisseur de la pâte, les châssis se trouvent naturellement repoussés jusqu'à ce qu'ils aient rencontré la plaque du fond; ils sont alors dans la position indiquée fig. 9.

La pâte, pénétrant ainsi par pression dans l'intérieur de toutes les cases garnies de poinçons, y resterait attachée si la plaque N′, en remontant, ne rencontrait pas le pesant obstacle que présentent les têtes des boulons, dont la charge est encore augmentée par le contre-poids R′. Cette rencontre inattendue dans l'élévation du découpoir produit une forte secousse dont le contre-coup, communiqué à tous les châssis à la fois, a pour effet de détacher la pâte adhérente aux couteaux et aux poinçons.

Le même résultat est obtenu par une combinaison analogue, comme nous l'avons vu chez M. Packam à Eu, et sur les coupe-pâte que fait construire M. Championnière.

Dans cet appareil, le découpoir est composé d'un cadre en tôle d'acier appuyé et relié par le fond supérieur à une plaque en fonte glissant dans deux guides verticaux. Une seconde plaque semblable, également en fonte, est placée parallèlement à celle-ci à une distance verticale de 15 à 16 centimètres.

Le cadre en tôle a 0m630 de long, 0m504 de large et 0m040 de profondeur; il est divisé en 20 compartiments qui forment autant de cases ayant chacune 0m126 de côté.

Les côtés de ce cadre sont tranchants par le bas, et, par le haut, recourbés à droite et à gauche, de manière à former un talon fixé au fond par des vis.

Chaque compartiment servant de moule pour découper la galette porte 36 poinçons, qui sont un peu coniques pour moins adhérer à la pâte. Les chasse-pâte mobiles formés chacun d'un cadre à jours, comme ceux représentés sur les fig. 8 à 10, sont traversés par les poinçons qui sont fixés chacun par une tige à la deuxième plaque supérieure en fonte.

Toutes les tiges auxquelles se relient ces chasse-pâte sont taraudées dans presque toute leur hauteur, et elles reçoivent chacune 3 écrous qui sont fixés, l'un au-dessus de la première plaque de fonte du coupe-pâte, l'autre au-dessous de la deuxième plaque et le troisième au-dessus de cette dernière

La position de ces écrous est telle qu'ils ne lient pas la tige aux plaques,

et que, dans certaines positions, celles-ci peuvent monter ou descendre de près de 2 centimètres.

Par ces combinaisons, quand le système complet remonte, la seconde plaque soutenue par deux bagues fixées aux guides n'agit pas sur les chasse-pâte ; mais bientôt ceux-ci sont vivement abaissés de façon à faire sortir rapidement les galettes des moules, par la rencontre de la deuxième rangée d'écrous avec cette seconde plaque. Les premiers écrous, qui sont au-dessus de la plaque inférieure, empêchent les tiges des chasse-pâte de descendre davantage; elles sont enlevées avec le système et communiquent, par les écrous supérieurs, le mouvement ascensionnel à la plaque supérieure.

Quand les deux plaques ont terminé leur ascension, ils redescendent de la même manière, et la deuxième, qui fait l'office de contre-poids, se trouve de nouveau suspendue et sans action sur les chasse-pâte, lesquels s'arrêtent environ à une hauteur de 3 centimètres avant que l'ensemble du coupe-pâte ait achevé sa descente. Les écrous supérieurs au plateau muni du contrepoids agissent ensuite pour tenir les chasse-pâte plus haut que les lames du découpoir, de façon qu'ils n'appuient nullement sur la pâte pénétrant dans les moules.

INSTALLATION GÉNÉRALE D'UNE BISCUITERIE.

(FIG. 2 ET 3, PL. 36).

Nous avons adopté, comme on peut le remarquer, une transmission de mouvement souterraine, parce que, quand la disposition des bâtiments le permet, ce mode offre l'avantage de débarrasser complétement la salle des machines, évite, par suite, les chances d'accidents, et, en outre, le mécanisme est plus simple et moins dispendieux.

Ainsi, nous admettons que le moteur, quel qu'il soit, placé de l'autre côté du mur U, donne le mouvement à la poulie P à côté de laquelle est montée folle, sur l'arbre de couche T, la seconde poulie P′. Cet arbre, prolongé sous le plancher de l'usine, est muni de deux poulies p', qui font tourner, à droite ou à gauche facultativement, l'agitateur du pétrin, pour accomplir les opérations diverses du *frasage*, *contre-frasage* et *soufflage* de la pâte. Il est en outre coudé par le milieu pour former manivelle et commander, par l'intermédiaire de la bielle à fourche L et des deux balanciers symétriques J, le premier rouleau lamineur F.

Le second rouleau F′ reçoit le mouvement d'une façon analogue, au moyen de la manivelle L′ fixée à l'extrémité de l'arbre. Près de celle-ci est calé l'excentrique Q′, dont le collier, relié à la tige Q, fait mouvoir le levier O, qui donne le mouvement alternatif de monte et baisse au coupe-pâte.

La force nécessaire pour mettre ces divers appareils en mouvement est de 3 à 4 chevaux.

Dans l'établissement de M. Packam à Eu, le mouvement est commu-

niqué par un arbre de couche placé au premier étage, tandis que les appareils sont au rez-de-chaussée. Un arbre intermédiaire, placé à 2m50 environ du sol, reçoit le mouvement par courroies et le transmet aux deux rouleaux lamineurs, par deux bielles en bois attachées aux balanciers verticaux munis des rouleaux. L'un de ces balanciers commande le coupe-pâte au moyen d'une longue bielle horizontale en fer, d'une double manivelle et d'une bielle verticale.

L'ensemble de cette transmission, comme on doit s'en rendre compte, est beaucoup plus encombrante et plus compliquée que celle des fig. 2 et 3.

Les fours de cet établissement sont au nombre de quatre : deux à sole fixe, et deux à sole tournante. Ils sont placés dans la première salle avec les machines, mais au bout et du côté opposé, afin que la chaleur rayonnante ne fatigue pas les ouvriers chargés de la conduite des appareils.

Les fours à sole tournante du système de M. Rolland, représenté pl. 23, conviennent très-bien pour la cuisson du biscuit. Nous avons sous les yeux un procès-verbal d'expériences faites à Trieste en 1853, qui constate que la cuisson se fait d'une façon très-régulière, avec une grande propreté et une grande facilité d'enfournement et de défournement.

Il constate en outre une économie importante sur la méthode ordinaire en usage à Trieste. Nous ferons remarquer que, comme cette économie repose principalement sur la quantité du combustible employé et sur sa nature, les chiffres qui suivent doivent varier naturellement avec les localités et suivant les cours comparatifs des charbons ou des bois.

Voici, d'après ce procès-verbal, les résultats obtenus :

Dans les fours ordinaires, avec un travail continu, on fait 8 fournées, qui produisent en moyenne 728 kilog. de biscuit par 24 heures.

La dépense du bois est environ de 8 fr. 33 cent. par jour, ce qui fait 1 fr. 04 c. par fournée et 1 fr. 14 c. pour 100 kilog. de biscuit.

Avec le four Rolland, la moyenne des cuissons est de 16 dans les vingt-quatre heures, c'est-à-dire le double.

En admettant une cuisson continue et un chauffage à la houille, la dépense pour 8 fournées de biscuit a été de 7k340 par fournée, c'est-à dire environ 2 fr. 35 cent. pour 8 fournées de 58k720, en supposant le prix du charbon à 4 fr. les 100 kilogrammes,

Soit : 0 fr. 29 c. pour une fournée, et 0 fr. 39 c. pour 100 kilog. de biscuit, ce qui produit un avantage de 0 fr. 75 c. par fournée en faveur du four Rolland.

Ces chiffres nous paraissent très-peu élevés ; aussi croyons nous que, dans la marche ordinaire de la fabrication, quand les ouvriers ne sont plus sous la surveillance active et intéressée des expérimentateurs, ils doivent subir une augmentation assez sensible, comme nous le ferons remarquer plus loin, en donnant les prix de revient du biscuit fabriqué en France par les moyens manuels et par les procédés mécaniques.

MARCHE DE LA FABRICATION.

Dans les usines bien organisées, la farine qui doit être convertie en galettes tombe de l'étage supérieur par un tuyau débouchant au-dessus du pétrin mécanique. On verse dans celui-ci l'eau nécessaire à la formation de la pâte, soit en moyenne 40 litres pour 100 kilog. de farine. Cette eau, qui doit avoir une température d'environ de 45 degrés, arrive par un tuyau en communication avec les petites chaudières placées au-dessus des fours (voir pl. 23 de ce vol.).

Le pétrin étant mis en mouvement à l'aide du levier d'embrayage E (fig. 2), on laisse tourner l'agitateur environ 12 minutes à une vitesse de 10 tours, ce qui suffit le plus souvent pour la préparation de la pâte. Pourtant quelquefois, pour des pâtes fermentées, afin de leur donner de l'air, on arrête l'appareil au bout de 5 à 6 minutes, et on fait marcher les agitateurs en sens inverse, en portant les griffes d'embrayage de l'une à l'autre des poulies *p*.

La pâte retirée du pétrin est placée immédiatement par l'ouvrier sur des planchettes semblables à celles H′, qu'un servant dépose sur les premiers supports à galets J′, afin de les engager ensuite sous le premier rouleau lamineur.

Chaque planchette est couverte d'une épaisseur de pâte, et ses dimensions en longueur et en largeur sont telles, qu'elle peut fournir à une double opération du coupe-pâte, c'est-à-dire à 96 galettes pour les dimensions des appareils représentés sur la gravure. Le plus souvent, en France, les planchettes correspondent à 40 galettes, parce que les coupe-pâte ne sont ordinairement composés que de 20 cases.

L'action du lamineur F, animé d'un mouvement de va-et-vient assez rapide, réduit uniformément l'épaisseur de la pâte, sur la planchette, à 25 millimètres; après quoi il ne la comprime plus, parce que sa circonférence reste éloignée de la table d'une hauteur correspondante aux renflements *f* de ses deux extrémités, qui reposent sur les deux rebords *g* de la table. Après chaque passage de la planchette sous le rouleau, l'ouvrier replie la pâte dans tous les sens, et le cylindre, revenant sans cesse, la ramène toujours à la même épaisseur.

Au bout de deux minutes, la planchette est enlevée et portée sous le second lamineur F′, qui la réduit à l'épaisseur de 10 à 12 millimètres, suivant la nature des farines.

Après plusieurs passages du cylindre, la pâte, soulevée chaque fois par l'ouvrier, est alors allongée comme une pièce d'étoffe ayant 1m700 de longueur environ sur 0m785 de largeur. Quand son épaisseur est bien uniforme, l'ouvrier fait rouler la planchette sur les galets guides *j*, et la conduit sur la table à ressorts du coupe-pâte qui, en descendant, découpe 36 galettes à la fois, puis les 36 autres par un second mouvement; elles

sont alors prêtes à être enfournées. A cet effet, on les met sur des étagères à roulettes qui, lorsqu'elles sont garnies, sont conduites aux fours.

Les rognures sont portées au premier rouleau lamineur et mélangées à la pâte sortant du pétrin.

Pour pétrir la pâte sous le premier rouleau il faut environ 2 minutes, sous le deuxième 30 secondes, et seulement 10 secondes sous le coupe-pâte. Le service de ces machines est effectué par deux hommes seulement et un enfant.

La fournée contient 600 galettes provenant de 100 kilogrammes de farine, qui donnent 140 kilogrammes de pâte, et rendent 90 à 95 kilogrammes de biscuit à la sortie du four, d'où il suit que le poids d'un biscuit est en minimum de 150 grammes.

Nous ferons observer que la quantité d'eau pour le pétrissage n'est pas toujours la même dans la fabrication du biscuit. Elle dépend de la farine plus ou moins fraîche, de son origine, et surtout de la quantité de gros gruaux qu'elle contient.

Les biscuits destinés à la nourriture des officiers et passagers sont faits avec les farines fleurs et les premiers gruaux. On y introduit 35 p. 0/0 d'eau de pétrissage. Ils présentent à la fabrication de grandes difficultés, parce que la pâte étant plus élastique que l'autre, à cause de la plus grande quantité de gluten qu'elle contient, tend davantage à lever. Les trous formés par les poinçons du coupe-pâte se bouchent souvent à la cuisson, et la vapeur trouvant plus difficilement une issue fait gonfler la galette et la déforme.

Pour remédier à cet inconvénient, on fait les biscuits plus minces, et l'on ouvre souvent la bouche du four pour les refroidir; précaution nécessaire, mais qui a pour effet de leur enlever la couleur que possèdent les biscuits d'équipages. Ceux-ci forment les neuf dixièmes de la fabrication; ils sont composés de farines blutées à 25 p. 0/0, et absorbent, comme nous l'avons dit, 40 p. 0/0 d'eau de pétrissage.

La cuisson dans les fours aérothermes a lieu en 45 minutes. La température doit être plus élevée que pour cuire le pain; elle doit être d'environ de 270 à 300 degrés.

Dans quelques localités, et principalement en Angleterre, les fours ne sont pas aussi fortement chauffés.

La cuisson terminée, on défourne les biscuits, et on les porte ensuite dans des étuves qui surmontent les fours, et dans lesquels la dessiccation s'achève en 24 heures environ. Quoique cette dernière préparation donne un peu de déchet sur le poids, il est bon de la faire subir au biscuit, parce qu'elle est une des garanties de sa conservation.

PRIX DE REVIENT DE LA FABRICATION MANUELLE.

Il nous reste maintenant, pour compléter notre travail sur la fabrication des biscuits de mer, à comparer le prix de revient des procédés mécaniques avec celui des procédés manuels.

La fabrication du biscuit à la main est opérée par quatre personnes, qui font habituellement huit fournées par jour.

La main-d'œuvre par fournée est de 2 fr., soit pour les huit.	16 fr.	»
Le combustible (bois) par fournée est de 2 fr. 45 c., soit...	19	60
Intérêts des fours ordinaires et des ustensiles employés.....	0	70
Frais de fabrication pour 720 kilogrammes..	36 fr.	30

soit, 5 fr. pour 100 kil. de biscuit.

FRAIS DE FABRICATION PAR PROCÉDÉS MÉCANIQUES.

Combustible du moteur, en admettant une force maximum de 4 chevaux, par jour..................................	3 fr.	50
Intérêts, entretien et conduite du moteur................	1	20
Main-d'œuvre, fabrication et enfournement..............	7	»
Intérêts des machines à biscuit.........................	2	13
Combustible du four, 10 kil. par fournée..................	3	20
Intérêts du four..	1	33
Pour 8 fournées..........................	18 fr.	36

soit, pour 100 kil. de biscuit : 2 fr. 55 c.

C'est donc une différence en moins de 2 fr. 50 c. par 100 kilogr.

Mais si l'on compare seulement le prix de revient de la main-d'œuvre dans les deux cas, on trouve que, lorsque les frais de la fabrication à la main s'élèvent à 16 francs pour 720 kilogrammes de biscuit, l'emploi des machines ne les réduit qu'à :

$$3^f50 + 1^f20 + 7 + 2^f13 = 13^f83 \text{ pour la même quantité.}$$

Le reste de la différence est dû particulièrement au mode de chauffage et à la disposition des fours perfectionnés.

L'application des machines semble donc tout d'abord n'apporter dans ce genre de fabrication qu'un faible avantage pécuniaire sous le rapport de la main-d'œuvre; mais il n'en est pas ainsi, si l'on tient compte de la quantité de produits obtenus dans un temps déterminé, et surtout si l'on considère la grande amélioration qu'elles apportent dans la fabrication, en donnant aux biscuits une pâte plus blanche et plus homogène.

APPAREIL A VAPEUR

POUR NAVIRE A HÉLICE

DE LA FORCE NOMINALE DE 20 CHEVAUX

EXÉCUTÉ

Par **M. NILLUS**, constructeur au Havre

(PLANCHE 37)

On sait que M. Nillus, qui est largement outillé pour les grands travaux de constructions mécaniques, a exécuté, pour la marine impériale, plusieurs appareils à vapeur de 120 à 250 chevaux, soit à cylindres oscillants, soit à cylindres horizontaux, avec les chaudières tubulaires. Il a également construit et il exécute tous les jours, pour la marine du commerce, un grand nombre d'appareils de diverses puissances, avec les coques en fer. Nous avons eu tout récemment l'occasion de visiter à nouveau, dans tous leurs détails, ses vastes ateliers, et nous avons remarqué qu'il les avait encore augmentés depuis quelques années, à tel point qu'il est en mesure de construire aujourd'hui les appareils des navires les plus puissants.

Ainsi, à côté de ses premiers marteaux-pilons à vapeur de 1,000 à 2,500 kilog., il en a monté un nouveau qui ne s'élève pas à moins de 6,000 kilog.; le poids seul de la chabotte et de l'enclume est de près de 35,000 kilog. Le tout pèse 100,000 kilog. environ. Ces marteaux sont accompagnés d'énormes grues et de fours à réchauffer avec chaudières à vapeur, pour servir, soit à transporter, soit à chauffer les paquets ou les grosses pièces de forge.

Les ateliers de montage sont doublés et sont assez vastes pour y établir à la fois plusieurs grands bateaux transatlantiques. A la partie supérieure sont de larges chariots à treuils qui permettent d'élever et de porter les pièces les plus pesantes, de 10 à 20,000 kilog. Ils renferment les machines-outils les plus considérables, soit comme machines à mortaiser et à aléser, soit comme tours à chariot et comme machines à raboter.

On y ajoutait, lors de notre visite, un alésoir vertical en fonte, qui, nous le pensons, n'a pas son pareil en France, pour ses grandes proportions. Il pourra, en effet, aléser des cylindres à vapeur de 3m 50 de diamètre intérieur, sur 4m 50 à 5 mètres de hauteur. On voit que M. Nillus, en prévision de l'application des immenses navires qui, comme *le Vanderbilt*, par exemple, le plus grand bâtiment américain faisant le service du Havre à New-York (1), a voulu se mettre en mesure d'exécuter ces puissants appareils de 1,500 à 3,000 chevaux effectifs, remarquables surtout en ce qu'ils ne se composent également que de deux cylindres.

La fonderie est assez spacieuse et ses fourneaux sont d'une capacité assez grande pour y mouler et couler les plus fortes pièces, puisque déjà, pour les outils spéciaux, on en a eu à fondre qui pèsent 15 à 30,000 kilog. Nous avons reconnu que les fontes sont tellement belles et saines, qu'on ne trouve pas mieux dans les meilleures fonderies de Paris.

Les bâtiments et les chantiers de la chaudronnerie, situés à peu de distance des ateliers de construction, sont assez étendus pour permettre d'y construire des coques en fer, et à plus forte raison les générateurs les plus puissants. Nous y avons admiré la coque d'un petit navire de 30 chevaux, qui est d'une élégance de forme et de proportions veritablement remarquables.

Quand on est organisé de la sorte, il est évident que l'on peut, sans crainte, entreprendre les plus grands travaux qui puissent se rencontrer. Tel a été, du reste, le but de M. Nillus, qui, aidé depuis quelques années déjà de ses deux fils aînés, qu'il voit avec bonheur s'adonner entièrement à la mécanique, a voulu leur laisser un véritable modèle d'un établissement de construction de premier ordre.

En attendant, nous avons remarqué en construction dans ces ateliers, des moulins et autres appareils à sucre que MM. Nillus livrent sans cesse à nos colonies, des machines à vapeur de différentes forces pour des usines, des pompes d'épuisement pour les ponts et chaussées, et en particulier un bel appareil à vapeur horizontal à hélice pour le navire dont nous avons vu la coque en chantier, et qui se termine aujourd'hui dans le bassin Vauban.

Nous nous sommes plus particulièrement attaché à examiner cet appareil, parce que, d'une part, l'exécution ne laisse rien à désirer, et que, d'un autre côté, il nous a paru avoir beaucoup d'analogie avec celui que

(1) Le *Vanderbilt*, que nous avons eu le plaisir de visiter pendant notre séjour au Havre, est le meilleur marcheur des navires transatlantiques; il opère généralement sa traversée souvent en moins de neuf jours. Son appareil moteur est à deux cylindres seulement, lesquels ont 2m 80 de diamètre et 3m 60 de course; les roues à pâles ont 12m 50 de diamètre et 3m 50 de largeur. Le système est à balancier en dessus, avec d'énormes charpentes reliées par des tirants en fer, pour soutenir les axes. Ce bâtiment peut porter 3,000 tonneaux, dont 1,400 en charbon, et 350 passagers. Sa dépense moyenne en combustible est de 110 à 120 tonnes par jour. Aussi, comme il s'allège notablement à mesure qu'il avance, sa consommation diminue, et son tirant d'eau qui, au départ, est de plus de 6 mètres est soulagé d'environ 1 mètre à son arrivée.

nous allons décrire, à l'exception toutefois que celui-ci est vertical; mais il ne s'en distingue pas moins, sous le rapport de la bonne disposition, du peu de place qu'il occupe et de la facilité de manœuvre qu'il présente.

Comme ces sortes de machines, qui sont très-petites, comparativement aux appareils puissants en usage dans la marine impériale, et dont on augmente tous les jours les proportions, sont d'une application très-répandue dans le commerce, à cause des nombreux services qu'ils rendent, et qu'ils sont par cela même susceptibles de se répandre de plus en plus, nous croyons utile de les publier, afin qu'on puisse bien les connaître et les étudier.

Nous sommes heureux, pour cela, de profiter de l'obligeance des constructeurs, qui, comme M. Nillus et ses fils, veulent bien mettre à notre disposition leurs tracés et plans d'exécution.

DESCRIPTION DE L'APPAREIL REPRÉSENTÉ PL. 37.

La fig. 1 est une projection verticale extérieure de l'appareil, vu sur le sens longitudinal de l'arbre de couche communiquant le mouvement à l'hélice.

La fig. 2 le représente également en vue extérieure, mais de face, perpendiculairement à la fig. 1.

La fig. 3 est une section horizontale, faite à la hauteur de la ligne 1-2, de la plaque ou siége de la machine disposée pour faire l'office de bâche, et dans laquelle sont montés les pompes alimentaires, la pompe à air et le condenseur.

La fig. 4 est une section verticale et longitudinale de cette bâche, faite suivant la ligne 3-4 du plan.

La fig. 5 en est une section transversale suivant 5-6.

La fig. 6 représente en détail, sur une plus grande échelle, au 1/15 de l'exécution, l'accouplement des deux cylindres et des tiroirs de distribution.

La fig. 7 est une section horizontale faite suivant la ligne 7-8, correspondant à la figure précédente.

La fig. 8 fait voir le piston en section verticale.

La fig. 9 est un détail des clapets d'aspiration et de refoulement d'une des pompes alimentaires.

Les fig. 10 et 11 indiquent, en élévation et en plan, la position respective des excentriques de changement de marche;

Les fig. 12 et 13 sont des détails de l'assemblage des conduits d'échappement de la vapeur avec le condenseur.

Enfin, la fig. 14 est un tracé de l'hélice propulseur.

Les deux cylindres A et A′ de cet appareil sont fondus chacun avec une large bride *a*, munie de quatre renflements *a′*, réunis au cylindre par des

nervures. Ces renflements sont disposés de façon à correspondre à des colonnes en fer tourné B. Celles-ci sont filetées à leurs extrémités inférieure et supérieure, et chacune est munie sur sa hauteur de deux collets et d'une embase. Les premiers collets *b* de chaque groupe de quatre colonnes (fig. 1 et 2) servent à recevoir la plaque *a* du cylindre correspondant; les secondes *b'* soutiennent les paliers en fonte C de l'arbre à manivelles D, tandis que les embases b^2 de ces colonnes vont s'appuyer sur la plaque qui recouvre la bâche E formant le siége de l'appareil. Ce siége est fondu avec des renflements creux *e* (fig. 3), qui règnent sur toute la hauteur et qui sont traversés par l'extrémité prolongée des colonnes qu'un fort écrou *c* relie avec le siége.

Les deux cylindres à vapeur sont fermés par des couvercles en fonte F et F' boulonnés sur les brides. Les couvercles supérieurs sont munis, au centre, des soupapes de sûreté *f*, et ceux inférieurs des presses-étoupes *g*, qui livrent passage aux tiges G et à des pistons P et P' (fig. 6, 7 et 8), renfermés dans les cylindres.

Comme on le remarque, il y a deux tiges pour chaque piston. Celles du cylindre de droite (fig. 1 et 4) sont reliées directement aux deux oreilles du piston creux en bronze H, de la pompe à air H'; celles du cylindre de gauche sont assemblées avec des tringles semblables G' (fig. 1, 3 et 4), reliées à un petit arbre *i*, garni à ses deux extrémités de deux glissières I. Celles-ci se meuvent entre les guides en fonte I' boulonnés à l'intérieur de la bâche, dans le compartiment qui renferme les deux pompes alimentaires J et J'. Les pistons *j* et *j'* de ces pompes sont reliés aux tringles G' par un petit bras en fer *i'*, de sorte que la commande a lieu directement et que la course des pistons des pompes alimentaires est naturellement la même que celle du piston du cylindre à vapeur A. Il en est de même du piston de la pompe à air relié directement, comme nous l'avons vu, au piston qui contient le second cylindre A'.

Le mouvement de va-et-vient des deux pistons à vapeur est transformé en mouvement circulaire continu, par l'intermédiaire des bielles K et K'; la première est reliée par l'une de ses extrémités à l'arbre-guide *i*, tandis que l'autre est assemblée sur la partie tournée de la première manivelle de l'arbre moteur D; la seconde bielle K' est ajustée sur la seconde manivelle forgée à angle droit avec la première, et sa partie inférieure est montée sur un tourillon *k* mobile dans des paliers fondus avec le fond du piston creux de la pompe à air.

Une même boîte en fonte L réunit les deux faces latérales des deux cylindres fondus chacun avec leurs canaux *l* et *l'* pour l'admission de la vapeur, et avec l'orifice L' pour son échappement.

Les deux tiroirs de distribution T et T' sont renfermés dans la boîte L, qui est garnie des presses-étoupes *m* et *m'*, pour livrer passage et guider les tiges *t* et *t'*, reliées aux cadres en fer entourant les tiroirs de distribution. Les tiges inférieures *t'*, qui transmettent le mouvement, ne passent

pas simplement dans les presse-étoupes; elles sont reliées chacune respectivement au cadre du tiroir correspondant par l'intermédiaire d'un fourreau en bronze t^2 (fig. 6 et 7), présentant une ouverture allongée qui permet à la tige t' de se déplacer de l'amplitude nécessaire à la transformation du mouvement d'oscillation, communiqué par le petit balancier n, en mouvement rectiligne.

Des supports en fonte sont boulonnés sur deux des colonnes du milieu, pour recevoir les axes des balanciers n, qui sont reliés à des balanciers semblables n', par les bielles à double tringle N. Ces seconds balanciers sont munis chacun d'une chape qui embrasse une portion du secteur ou coulisse circulaire N′ (fig. 2, 10 et 11), à laquelle sont attachées les tiges des excentriques de changement de marche M et M′, calées sur l'arbre moteur.

Le milieu de la coulisse est relié à un levier coudé O, vu en ponctué fig. 2, réuni lui-même à un secteur denté O′ engrenant avec la vis sans fin Q, montée sur le support en fonte Q′. Celle-ci est terminée par un croisillon q, à l'aide duquel le mécanicien opère le changement de marche. Ce changement est effectué quand l'arbre du secteur a décrit environ un quart de révolution; alors le levier O a ramené en arrière la coulisse et naturellement avec elle les tiges d'excentriques, de telle sorte que la chape du petit balancier n' est placée à l'extrémité de la coulisse, opposée à la position indiquée fig. 2.

La distribution de vapeur se fait donc en dessus et en dessous des pistons, ou inversement, dans l'intérieur des cylindres, au moyen des tiroirs T et T′ commandés par les excentriques M et M′, et, comme nous venons de le voir, par l'intermédiaire des balanciers n, n' et des bielles à tringles N.

L'émission de vapeur dans la boîte de distribution a lieu par le tuyau S. Entre celui-ci et la tubulure L^2 (fig. 7), fondue avec cette boîte, est monté un cylindre à double bride garni d'un papillon que l'on manœuvre au moyen du levier à manche l^2 (fig. 2), afin de permettre ou d'interrompre à volonté l'entrée de la vapeur.

L'échappement a lieu par les deux tuyaux S′, qui se réunissent au milieu pour s'assembler au moyen d'une seule bride sur le tuyau vertical S^2. Ce dernier descend pour rejoindre le dessus du condenseur avec lequel il est réuni par un presse-étoupe s (fig. 12 et 13).

Immédiatement au-dessous de ce presse-étoupe se trouve la tubulure s' qui reçoit le robinet s^2, donnant accès à l'eau d'injection dans la capacité E′ (fig. 3), où se produit la condensation. Cette capacité est en communication avec la chambre renfermant les clapets d'aspiration, communiquant eux-mêmes avec la pompe à air H′ par le conduit h. Le départ de l'eau a lieu par la tubulure rectangulaire U.

Le siége des clapets est en bronze et présente un grillage à jours (fig. 3 et 4) destiné à recevoir des plaques de caoutchouc, pincées au milieu de leur largeur par la pièce en bronze u^2. Cette pièce est retenue par des boulons vissés dans l'épaisseur du siége, et elle présente deux faces

inclinées à droite et à gauche qui servent de limites à l'ouverture des clapets, comme l'indiquent les lignes ponctuées fig. 4. Les pompes alimentaires J et J', montées dans le compartiment voisin de celui qui contient les clapets de la pompe à air, sont pourvues chacune de leur boîte V, munie de clapets circulaires d'aspiration et de refoulement *v* et *v'* (fig. 9). Ces clapets sont garnis d'une rondelle en caoutchouc pincée entre le disque supérieur et le croisillon mobile. Celui du clapet supérieur *v'* est creux au centre pour laisser pénétrer et guider la tige du clapet inférieur *v*.

TRANSMISSION DE MOUVEMENT ET TRACÉ DE L'HÉLICE. — Indépendamment des quatre paliers C, un fort support en fonte à deux branches E^2 reçoit un large palier C' qui soutient l'extrémité de l'arbre munie de la roue R. Cette roue a 1m250 de diamètre au cercle primitif des dents, qui sont en bois, et doubles, c'est-à-dire que ces dents, au lieu d'occuper toute la largeur de la jante, sont partagées de façon à former deux rangées distinctes. Elles sont disposées pour ne pas se trouver dans le prolongement l'une de l'autre, mais, au contraire, pour que les entre-dents de la première rangée correspondent aux dents de la seconde.

Le pignon en fonte R', de 0m500 de diamètre et de 28 dents, est naturellement denté de la même manière; il est fixé sur le second arbre D' supporté par le petit palier c^2 et par le palier de buttée C^2, garni de coussinets en métal composé, dit anti-friction. Le second arbre est relié au moyen d'une bride avec un troisième arbre qui, prolongé et passant dans une douille garnie d'un presse-étoupe, passe en dehors de la coque du navire pour porter l'hélice dont le tracé est indiqué fig. 14.

Au moyen de ce tracé, on peut déterminer graphiquement la vraie longueur d'une section quelconque, faite transversalement à la surface gauche des ailettes. Il suffit pour cela, par exemple, de diviser les deux projections des ailes V et V' en autant de parties, 1, 2, 3, 4, etc., également distantes du centre de l'hélice, et de projeter des lignes horizontales et verticales partant des points de rencontre de ces sections avec les courbes qui limitent les ailes : ce qui permet de tracer les courbes X et X' à l'intersection ou à la rencontre de ces lignes.

Si alors on joint entre eux ces mêmes points d'intersection, et si on reporte la moitié des longueurs obtenues en réunissant ces points à droite et à gauche des divisions 1', 2', 3', 4', etc., on a la vraie longueur correspondante aux sections 1, 2, 3, 4, etc. On donne ensuite l'épaisseur de chacune de ces sections, en portant de chaque côté de la ligne d'axe la quantité correspondante à la décroissance d'épaisseur du métal, allant graduellement en s'amincissant du centre à la circonférence des ailes.

DONNÉES RELATIVES AU NAVIRE ET A SON APPAREIL A VAPEUR.

L'appareil que nous venons de décrire est appliqué sur un navire en tôle, que M. Nillus a construit en 1856, et qui porte le nom de *Ville de*

Pont-Audemer. Il fait le service régulier, depuis le commencement de l'année 1857, entre cette ville et le Havre. Ses dimensions principales sont :

Longueur de tête en tête.................	27^m80
Longueur à la flottaison..................	25 58
Largeur au maître-couple................	5 00
Hauteur de bordée.......................	2 30
Tirant d'eau en charge...................	1 50
Surface du maître-couple.................	6^m50
Déplacement.............................	120 tonneaux.

Au tirant d'eau normal de 1^m50 sous quille *la Ville de Pont-Audemer* porte 80 tonneaux de marchandises.

Sa vitesse en calme est alors de 8 nœuds passés.

Ce résultat est très-satisfaisant, vu la forme du navire, que des dimensions très-réduites ont obligé à faire très-gros devant et derrière, parce que le rapport entre le parallélipipède et la carène dépasse 0^m75.

La coupe du navire, indiquée en partie seulement, et pointillée sur la fig. 2, n'est pas la maîtresse section, mais un des couples arrière en travers de la machine. Le navire est presque tout plat au maître-couple.

La vitesse normale de la machine, le navire en charge, est de 80 tours.

Le rapport entre l'engrenage et le pignon de l'arbre de l'hélice étant de 2 : 5, le nombre de tours de l'hélice est égal à 200 tours par minute.

La distance parcourue par l'hélice, avec un pas moyen de 1^m52, est de 18240 mètres; celle parcourue par le bateau, de 14808 mètres.

Ce qui donne pour la différence au recul : 3432 mètres.

D'après la formule en usage dans la marine impériale, la machine faisant 80 tours donnerait :

$$\frac{d^2 \times c \times n}{0,59} = 10,98 \text{ chevaux},$$

d exprimant le diamètre $= 0^m450$; c la course $= 0^m400$;
n le nombre de tours $= 80$; 0,59, coefficient déterminé.

Pour les deux cylindres la force totale devient alors :

$$10,98 \times 2 = 21,96.$$

Ces 22 chevaux environ, exprimés par la formule, sont des chevaux dits marins ou de 200 kilogrammètres.

La pression de la chaudière est de 2 1/2 atmosphères absolues.

Les tiroirs coupent la vapeur à 60/100 en haut et 65/100 en bas.

La chaudière est tubulaire avec tubes en cuivre. Elle mesure 37 mètres de surface de chauffe,

$$\text{soit } \frac{37}{20} = 1^m85 \text{ par force de cheval nominal.}$$

OBSERVATION

Trois sortes de locutions sont aujourd'hui employées pour désigner la puissance des machines marines : 1° la force nominale; 2° la force en chevaux de basse pression ; 3° la force que l'on peut appeler réelle, qui est exprimée en chevaux de 76 kilogrammètres.

Cette expression « force nominale » provient de l'emploi de la formule

$$F = \frac{d^2 \times (c \times n)}{0,59}, \text{ due au célèbre Watt.}$$

La pression moyenne de la vapeur dans le cylindre, a été supposée invariable dans la formule, et elle est calculée dans le coefficient.

Si on cherche cette pression qui a servi de base au calcul, on trouve 36c 184 par centimètre carré de mercure.

Ce nombre donne la pression moyenne relevée sur l'indicateur de Watt, diminuée d'un certain nombre de centimètres représentant la portion de travail absorbée par les frottements de la machine.

Si donc, une machine fonctionne avec la pression moyenne de 36c 184 dans le cylindre, on pourra appliquer la formule de Watt, et on obtiendra la force de la machine en chevaux de 76 kilogrammètres; mais si la machine fonctionne avec une pression supérieure que l'on peut désigner par p, la force réelle de la machine s'obtiendra par la formule

$$F = \frac{d^2 \times c \times 2}{0,59} \times \frac{p}{36,184}.$$

Le premier membre de la formule donne alors ce qu'on appelle la force nominale, et la formule complète la force réelle, ou de 75 kilogrammètres par cheval.

A côté de ces deux dénominations, l'élévation de la pression moyenne dans les cylindres en a fait naître encore une troisième, qui est la force en chevaux à basse pression.

Il est dit dans l'ouvrage de Farey (*a Treatise on the steam engine*), qu'une bonne machine de Watt devait, à l'occasion, avec la valve complétement ouverte, donner une augmentation de puissance de 50 p. 100; si donc, ces machines fonctionnaient à 36c 184 dans la marche ordinaire, elles devaient pouvoir marcher, la valve ouverte en grand, à 54c 276.

Ce nombre, ainsi que le précédent, représente la pression moyenne dans le cylindre, diminuée d'un certain nombre de centimètres absorbés par les frottements de la machine. Soit 8c 7 ce nombre.

Il en résulterait qu'à outrance, la machine doit pouvoir accuser 63 centimètres à l'indicateur de Watt. Alors la formule :

$$F = \frac{d^2 \times c \times n}{0,59} \times \frac{p}{63}$$

donne la force en chevaux de basse pression.

Cette valeur p, dans le système des chaudières tubulaires à retour de flamme, généralement usité aujourd'hui, s'élève à 95 centimètres en moyenne, ce qui fait que la formule $F = \frac{d^2 \times c \times n}{0,59}$ donne en réalité des chevaux vapeur de :

$$76 \times \frac{95}{36,184} = 200 \text{ kilogrammètres.}$$

CHEMINS DE FER

RESSORTS

DE SUSPENSION, DE TRACTION ET DE CHOC

POUR LOCOMOTIVES, TENDERS ET WAGONS

(PLANCHE 38)



La construction des véhicules qui roulent sur les voies ferrées nécessite l'emploi de trois genres de ressorts, qui se distinguent par leurs fonctions spéciales et que l'on nomme *ressorts de suspension, ressorts de traction*, et *ressorts de choc*.

Les premiers sont destinés à réunir les caisses des wagons, des tenders ou des locomotives avec leurs essieux, de façon à éviter, autant que possible, les secousses qui se produisent par le fait du roulement des roues sur la voie.

Les seconds, qui se placent le plus ordinairement dans l'épaisseur des châssis supportant la caisse du wagon, et qui sont reliés aux barres d'attelage, ont pour but de donner une certaine élasticité à la traction, afin d'éviter les mouvements brusques au départ et pendant les ralentissements et les accroissements de vitesse.

Enfin les derniers, comme l'indique bien le nom qui leur a été donné, ont pour objet principal d'éviter les chocs qui se produisent au moment de l'arrêt, par suite de la vitesse acquise, particulière à chaque wagon, et du rappel élastique des ressorts de traction tendus durant la marche.

Le travail respectif de chacun de ces ressorts n'est pas le même; l'action des premiers est permanente; celle des seconds n'est vraiment sensible que pendant les changements brusques de vitesses des convois, et les derniers ne fonctionnent en réalité complétement qu'au moment de l'arrêt.

Il est donc nécessaire pour que ces trois genres de ressorts agissent dans les meilleures conditions possibles, que la disposition, le montage et la nature ou la force de chacun d'eux en particulier soient différents, puisque le travail qu'ils doivent produire n'est pas le même.

Les ressorts en acier, composés de lames minces superposées, sont ceux qui ont été employés presque exclusivement jusqu'ici pour la suspension et la traction. Les rondelles de caoutchouc renfermées dans des boîtes *ad hoc* n'ont encore été appliquées avantageusement que pour les tampons de choc des wagons à marchandises, des tenders et des locomotives.

La propriété dominante du caoutchouc vulcanisé est de pouvoir subir des pressions très-fortes sans que son élasticité soit altérée; mais les courses produites par ces pressions décroissent avec une telle rapidité, que l'effet utile est, en résumé, peu considérable; c'est probablement cette cause, jointe à celle d'une détérioration assez prompte quand les rondelles sont soumises à des efforts permanents, qui a fait restreindre l'emploi du caoutchouc aux tampons de choc qui n'agissent, comme nous l'avons dit, qu'accidentellement.

Les ressorts en acier, dans les formes et les dispositions généralement employées, donnent une flexibilité plus régulière que le caoutchouc et une élasticité plus considérable qui les font conserver pour les grandes courses, comme ressorts de suspension et de traction.

La raison qui fait que l'on cherche activement à leur substituer les ressorts en caoutchouc, c'est que l'entretien de ces derniers est beaucoup moindre et qu'ils présentent les avantages tout spéciaux de peser peu, de se loger avec plus de facilité et de nécessiter moins de frais pour le montage et les appareils accessoires.

Ces considérations, et quelques autres dont nous parlerons au fur et à mesure que nous décrirons les différents systèmes représentés sur la planche 38, ont engagé un grand nombre d'ingénieurs et de constructeurs à chercher des combinaisons mixtes, permettant d'utiliser à la fois les propriétés particulières aux ressorts métalliques, et les avantages que présente l'emploi du caoutchouc.

Pour donner une idée aussi complète que possible de ces recherches, nous avons réuni sur la même planche les dispositions adoptées et celles qui nous ont paru offrir quelques chances de succès, ou présenter un véritable intérêt comme combinaison.

Nous commencerons par décrire les meilleurs types de ressorts en caoutchouc, puis les dispositions nouvelles, et nous finirons cet article en donnant des résultats d'expériences faites sur ces organes par M. Mariotte, ingénieur inspecteur du matériel au chemin de fer du Nord.

DESCRIPTION DES RESSORTS DE CHOC REPRÉSENTÉS FIG. 1 A 4, PL. 38.

La fig. 1 est un plan horizontal de l'avant du châssis d'un tender mixte du chemin de fer de Paris à Lyon, muni de tampons de choc en caoutchouc.

La fig. 2 est une section verticale de ce même tampon, correspondante à la ligne 1-2 du plan.

Les fig. 3 et 4 représentent, en section horizontale et en projection verticale, l'application des tampons en caoutchouc à une machine locomotive du chemin de fer d'Orléans.

Les fig. 5 et 6 font voir, en section longitudinale et transversale, la disposition proposée par M. Debergue, pour être appliquée comme ressort de choc pour wagon.

APPLICATIONS AUX TENDERS. — Les traverses d'avant et d'arrière des tenders de Lyon sont formées par deux tabliers en tôle, entre lesquels sont logées les pièces de l'attelage; le tablier supérieur sert à l'avant de plateforme pour le service; il est en quelque sorte le prolongement de celui de la locomotive, et sert de plancher au magasin à coke.

La barre d'attelage (fig. 1) est fixée à la traverse d'avant du tender par un boulon A, passant à travers deux guides en fer *a*, boulonnés sur le tablier inférieur G et celui intermédiaire G'. Entre ces deux tabliers sont montés les boîtes B des deux tampons de choc T, et les deux boulons d'attache *h*, des chaînes de sûreté. Celles-ci sont réunies aux boulons par l'intermédiaire de la tringle de fer coudée *h'*, du maillon *i*, de l'anneau double *i'* et du boulon *j*. Ce dernier est conique et sa base est forgée avec une poignée à tête pour permettre de le retirer aisément.

Les boîtes B, qui renferment les tampons, sont de forme carrée extérieurement et circulaire à l'intérieur; elles sont fondues chacune avec quatre oreilles doubles, traversées par les boulons en fer *b*, qui servent à les fixer solidement entre les deux tabliers G et G'.

Chaque tampon est composé d'une douille creuse T légèrement bombée par le bout, et contenant à l'intérieur quatre rondelles en caoutchouc vulcanisé *r*, séparées par trois disques minces, en tôle de fer, qui les retiennent chacune dans l'axe de la douille. Ces disques sont eux-mêmes supportés et guidés par une tige centrale *t*, fixée dans la tête du tampon. Un piston en fonte *p*, vissé à l'extrémité d'une tige *c*, pénètre à l'entrée de la douille pour presser sur les rondelles en caoutchouc.

Une barre méplate en fer C, placée horizontalement et soutenue par les deux supports D, réunit les deux tampons par leur tige *c*. Au-dessus de cette barre est monté, dans les douilles *d*, un arbre E, muni d'un côté de la came *e*, et, à l'extrémité opposée, d'une petite manivelle *f*. Celle-ci est reliée au levier à poignée F, muni d'un encliquetage et dont le tourillon

est pris dans un support boulonné sur une des parois verticales extérieures de la caisse à eau.

Le serrage simultané des deux tampons contre la traverse d'arrière de la machine locomotive s'opère au moyen de ce levier qui, en agissant sur la manivelle *f*, fait tourner l'arbre E. Par suite la came *e* appuie sur la barre méplate G, et celle-ci repousse parallèlement, à la fois, les deux pistons, lesquels, comprimant alors les rondelles, font avancer les deux douilles des tampons T, en augmentant aussi leur adhérence avec la traverse de la locomotive.

On peut voir une disposition analogue dans le VIe volume de cette *Publication*, appliquée à un tender du chemin de fer du Nord, construit par M. Farcot.

APPLICATIONS AUX LOCOMOTIVES.— La locomotive à marchandises à six roues couplées de M. Polonceau, représentée sur les planches 4 et 5 de ce volume, est munie sur la traverse d'avant de deux tampons de choc avec rondelles en caoutchouc disposées comme l'indiquent les fig. 3 et 4.

La boîte en fonte B de chaque tampon est fixée sur la forte traverse en bois G, par quatre boulons *b*, et une feuille de tôle est interposée entre cette traverse et le fond de la boîte.

Le tampon, c'est-à-dire le bourrelet bombé T' sur lequel le choc se produit, est en bois et sa circonférence est entourée d'un cercle en tôle retenu par des vis; il est relié au piston ou plongeur T par le boulon *t*, qui traverse la douille autour de laquelle sont placées les rondelles en caoutchouc vulcanisé *r*.

Le fond de la boîte est percé pour livrer passage à la douille du piston, de façon que celui-ci se trouve guidé dans son mouvement de recul, lorsqu'il y a choc ou pression, à la fois d'un côté par sa circonférence, et de l'autre côté par la douille, qui glisse à frottement doux sur l'épaisseur renflée du fond de la boîte. Une rondelle en fer, d'un diamètre un peu plus grand que celui de la douille, et sur laquelle l'écrou de serrage vient s'appuyer, empêche que le piston ne sorte de sa boîte par la force d'expansion des rondelles en caoutchouc.

Ces rondelles, au nombre de trois, sont séparées, par des disques en tôle, comme dans la disposition précédente appliquée aux tenders.

Dans les premiers essais que l'on fit des tampons en caoutchouc, comme nous le trouvons dans une note de M. Hovine, insérée dans le compte rendu des ingénieurs civils, on avait séparé les rondelles par des disques en fonte; on a remarqué que ce métal se prêtait mal à un pareil emploi, la compression du caoutchouc ne se faisant pas uniformément. Les disques, passés presque sans jeu sur les tiges, prirent des inclinaisons sensibles, ce qui amena leur rupture et le déchirement du caoutchouc avoisinant.

Il fut facile d'aléser à nouveau les pièces existantes, et de faire disparaître en partie cette cause d'insuccès; mais pour les constructions neuves

et pour l'entretien, on donna la préférence à la rondelle de séparation en tôle.

Ces rondelles, qui ont prévalu aujourd'hui pour tous les appareils de ce genre, ne sont pas d'un prix bien élevé; on les découpe d'un seul coup de balancier, et l'on coule à leur centre, en faisant saillie sur les deux faces, comme on peut le remarquer sur les fig. 3 et 5, un anneau métallique dont le but principal est de maintenir le caoutchouc en dehors du contact des tiges. Par l'usage, cet anneau s'emboutit d'une manière très-sensible si la tôle est trop mince, et l'on trouve encore là un motif du peu de durée de la fonte, appliquée à l'origine.

APPLICATIONS AUX WAGONS A MARCHANDISES. — Le caoutchouc satisfait presque complétement pour les tampons de choc de ces wagons. La disposition la plus généralement employée en France ne diffère pas sensiblement de celle indiquée sur les fig. 3 et 5.

Le nombre des rondelles est de trois ou quatre, et leur épaisseur varie de 2 à 4 centimètres.

Il résulte d'expériences faites par M. L. Mariotte, qu'en premier lieu, la compressibilité de ces appareils est suffisante pour la force vive perdue par les chocs, et pour préserver d'avaries les wagons et leur chargement. Ainsi les tampons de choc de ce genre, appliqués sur le chemin de fer du Nord, aux wagons à bestiaux, à sucre, à lait, à houille et à coke de 10 tonnes, ont complétement atteint ce but de la conservation des chargements spéciaux et du matériel.

En deuxième lieu, que ces appareils supportent, sans dégradation et sans altération de la matière compressible, les chocs ou les coups de tampon les plus vifs; que les efforts instantanés les plus énergiques développés par ces accidents ne peuvent altérer l'élasticité du caoutchouc. Des observations directes faites par M. Mariotte sur la partie mobile de ces tampons ou *plongeurs*, lui ont permis d'apprécier l'intensité de ses efforts, qui peuvent aller jusqu'à des pressions instantanées de 40 à 45 kil. par centimètre carré, sans amener aucune altération sensible de la matière.

APPLICATION AUX VOITURES A VOYAGEURS. — Ces tampons ne diffèrent de ceux appliqués aux wagons à marchandises que par le plus grand nombre de rondelles soumises à l'action du plongeur, afin d'obtenir une plus grande élasticité. Sur le modèle de M. Debergue, représenté par les fig. 5 et 6, la boîte B renferme neuf rondelles r, séparées par huit disques en tôle r', montés au moyen de bagues, comme nous l'avons dit plus haut, sur la tige centrale t.

Le piston ou plongeur T est garni du tampon en bois T′ qui, pour les voitures à voyageurs, est couvert en cuir et bourré d'étoupes (1).

(1) M. Ch. Debergue a pris plusieurs brevets en France pour ses ressorts en caoutchouc vulcanisé. Le premier date du 16 juin 1846; il est aujourd'hui dans le domaine public; le second est du 30 décembre 1846.

M. Adams de Birmingham a proposé, en 1850, un système de tampon de choc avec des ressorts en métal renfermés dans des boîtes cylindriques, semblables à celles qui contiennent les rondelles en caoutchouc. Ces ressorts métalliques sont composés de seize disques en acier, de 20 centimètres de diamètre et de 3 millimètres d'épaisseur ; ils sont emboutis un peu en cône et placés par double épaisseur bords à bords, de façon que les circonférences se touchent, en laissant un vide au centre.

La tige du tampon appuie par l'intermédiaire d'un plateau sur le centre de cette série de disques coniques, et la pression a pour effet de les aplatir. La course du piston peut être de 12 à 13 centimètres sans provoquer l'aplatissement complet des disques, c'est-à-dire dépasser leur degré d'élasticité.

M. Spencer avait envoyé à l'Exposition universelle de 1855 un tampon avec ressorts en caoutchouc, qui offrait des particularités dignes d'être citées.

Chaque rondelle, de forme bi-conique, était entourée d'un collier en fer, rendu solidaire avec elle au moyen d'une nervure intérieure, qui s'engageait dans une gorge ménagée sur le contour de la grande base commune des deux cônes.

Les éléments étaient combinés de telle sorte que, quand les rondelles, en se comprimant, venaient s'appliquer sur la paroi intérieure des colliers, ceux-ci se touchaient par leurs bords, limitant la pression à laquelle les rondelles pouvaient être soumises, et les préservant ainsi de l'écrasement.

Le tampon représenté en section verticale, fig. 7, présente des dispositions particulières pour lesquelles M. Richard Eaton, de Londres, a pris une patente le 20 novembre 1856. La première de ces dispositions consiste dans l'application de rondelles en caoutchouc de faible épaisseur, 6 à 12 millimètres, substituées aux rondelles de 20 à 40 millimètres généralement adoptées. Cette application est fondée, dit l'auteur, sur une découverte qu'il fit que, pour une même quantité de caoutchouc vulcanisé employée comme ressort, soit en une seule épaisseur, soit divisée en feuilles minces ne dépassant pas 12 millimètres, l'effet utile obtenu par cette dernière combinaison était de beaucoup préférable à la première, c'est-à-dire que, pour un même poids de caoutchouc, le ressort est à la fois plus élastique et plus résistant, et supporte beaucoup mieux, sans se détériorer, les chocs ou pressions accidentelles.

M. Hovine, dont nous avons déjà cité plus haut les expériences faites en 1853 ou 1854 sur le matériel du chemin de Lyon, estime aussi et bien avant l'ingénieur anglais, comme on voit, que l'épaisseur des rondelles doit rester au-dessous de 20 millimètres.

La seconde disposition de M. Eaton consiste en quelques combinaisons mécaniques, pour préserver les rondelles de la détérioration produite par les brusques mouvements de recul.

Le tampon représenté fig. 7 est muni de l'une de ces combinaisons ;

elle consiste à maintenir contre le fond de la boîte B toutes les rondelles minces de caoutchouc *r*, toujours séparées par des disques en tôle, au moyen du boulon *t* et d'une sorte de chapeau *k*. Ce chapeau pénètre dans l'ouverture circulaire pratiquée dans le fond du plongeur T, qui est en outre percé de quatre mortaises perpendiculaires, dans lesquelles sont engagés les espèces de coins *l*.

Les deux extrémités de ces coins sont taillées en plans inclinés, de façon qu'ils puissent s'appuyer chacun parfaitement, d'un côté sur l'épaisseur du chapeau conique *k*, et de l'autre sur l'une des gorges circulaires *b*, pratiquées à l'intérieur de la boîte B.

Il résulte de cette disposition que, lorsqu'un choc violent a lieu sur le bourrelet T′ du tampon, le fond du plongeur T, en reculant, fait glisser les coins *l* sur les deux plans inclinés que présentent le chapeau *k* et les gorges circulaires *b*; comme ces dernières ne peuvent céder, c'est le chapeau qui descend en refoulant les rondelles en caoutchouc.

Ce sont les frictions et les résistances occasionnées par la pression des coins sur les retours d'angles obtus des gorges circulaires de la boîte, qui diminuent les soudains et brusques efforts de recul du piston plongeur.

Sur le dessin qui accompagne la demande de patente de M. Eaton, plusieurs autres combinaisons sont indiquées pour atteindre le même but : ce sont des boîtes cylindriques pourvues de plans inclinés, ou de rainures en spirales ayant leur bord extérieur à angle droit avec la ligne centrale du tampon, et les angles intérieurs terminés en pointe.

Les inclinaisons ou les angles des rainures, des nervures et des coins sont combinés, suivant les pressions variables de la longueur et de la force des chocs que doivent supporter les tampons.

Ces chocs violents, que supportent accidentellement les tampons, sont, comme on sait, la cause principale de leur prompte détérioration ; c'est ce qui explique les nombreuses et persévérantes recherches faites pour atténuer, autant que possible, leur effet désastreux, et les combinaisons peut-être un peu compliquées de quelques dispositions.

De cette espèce sont les tampons représentés fig. 8 et 9 de MM. Turton et Root, brevetés en Angleterre à la date du 31 janvier 1856, et en France, le 28 mai de la même année.

Le système consiste dans la combinaison du ressort en spirale avec des plans inclinés en hélice, disposés de telle sorte que la force élastique du ressort est utilisée à la fois dans le sens de son axe, comme compression, et, autour de ce dernier, comme torsion : soit, fig. 8, deux cylindres R et R′ montés sur la tige centrale *t* et terminés par des embases *s* et *s′*, qui appuient l'une sur le fond de la boîte B, l'autre sur celui du plongeur T. Deux plans inclinés en hélice sont formés sur chaque cylindre, diamétralement opposé l'un à l'autre; un ressort à boudin *r* entoure les deux cylindres, et ses deux extrémités sont engagées dans des trous pratiqués dans l'épaisseur de chacune des deux embases *s* et *s′*.

Sur la fig. 8 les plans inclinés sont représentés se touchant, et dans cette position ils sont supposés à l'extrémité de leur course de réaction. La limite de la réaction du ressort *r* est fixée à un point où les plans inclinés en hélice des cylindres sont séparés, de façon que le ressort ait à se comprimer d'une certaine quantité, avant que les plans inclinés commencent à agir.

Le degré de compression des ressorts est limité par les cylindres mêmes, c'est-à-dire lorsque le bout du plan incliné de l'un des cylindres R et R′ butte contre le fond du plan incliné de l'autre.

Le degré de rotation des cylindres, passant de la portion complétement détendue, indiquée fig. 8, à la compression complète, est environ le tiers d'une révolution dans le cas actuel; mais cette course peut évidemment varier selon le pas de vis des plans inclinés et le point de leur contact à l'extrême limite de leur réaction.

La résistance des plans inclinés en hélice sur les cylindres peut être augmentée, en diminuant le pas de vis et *vice versâ*. Une grande partie de la résistance des cylindres à la compression, indépendamment de l'action des ressorts, provient du frottement de leurs extrémités contre les épaulements ou buttées qui agissent sur eux, lequel frottement tend à s'opposer à leur rotation, et, par conséquent, à toute force tendant à les pousser l'un contre l'autre. C'est pourquoi il est bon de donner au ressort un peu plus d'action qu'il ne serait rigoureusement nécessaire pour faire tourner en arrière les cylindres, lorsque la réaction a lieu.

La fig. 9 représente en coupe longitudinale un tampon de choc du même système que le précédent, mais double, c'est-à-dire avec deux cylindres et deux ressorts disposés concentriquement dans la même boîte B. Les deux cylindres S et S′, qui enveloppent ceux R et R′, peuvent avoir leurs plans inclinés en hélice, de forme telle qu'ils produisent le même degré de rotation que les cylindres intérieurs; mais cela n'est pas nécessaire, et même, lorsque les cylindres ont un grand diamètre, il arriverait que l'angle d'inclinaison serait trop faible, et qu'il présenterait trop de résistance.

En sus des deux dispositions que nous venons de décrire, les auteurs proposent d'autres combinaisons analogues basées sur le même principe, et applicables comme ressort de traction et de suspension.

M. Eaton, cité plus haut (fig. 7), a aussi proposé des ressorts en acier composés de plusieurs colonnes de spirales parallèles, disposées comme l'indiquent les fig. 10 et 11.

Ces ressorts r, r' et r^2 sont disposés en trois groupes (fig. 11), appuyés contre le fond B′ de la boîte B; trois tiges en fer rond *t*, engagées dans l'épaisseur de ce fond, servent de guide à des plaques en métal d, d' et d^2, interposées entre les quatre étages de ressorts en spirale. Ces plaques intercalaires sont pourvues de renflements, qui retiennent les ressorts dans leur position respective, et les préservent de toute déformation.

Sur le dessin qui accompagne la demande de patente de M. Eaton, un grand nombre de dispositions sont indiquées, soit comme tampons de choc, ressorts de traction et de suspension.

Les ressorts métalliques en spirale sont dans quelques exemples disposés sur une même ligne, ou suivant un cercle ou concentriquement et toujours avec des plaques intermédiaires, qui divisent la hauteur des colonnes.

Dans d'autres exemples les ressorts métalliques sont combinés avec des rondelles en caoutchouc, comme on le remarque fig. 7. Nous reviendrons sur cette application quand nous traiterons des ressorts de traction.

M. Myers, ingénieur à Rotherham, s'est fait breveter en Angleterre, le 21 juillet 1855, et en France, le 9 février 1856, pour de nouvelles dispositions de tampons de choc, qui offrent comme particularités distinctives, l'application de plusieurs ressorts métalliques ou en caoutchouc disposés concentriquement et d'inégale hauteur, de façon que, lorsque le choc se produit, il ne se fait sentir que sur un seul ressort, puis sur deux et ainsi de suite. Par ce moyen la résistance augmentant à mesure que le tampon recule, les chocs sont amortis plus graduellement et fatiguent moins les ressorts.

Les fig. 12 et 13 représentent deux combinaisons de ce système. Dans la première, la boîte en fonte B est divisée en trois compartiments par des cloisons circulaires *b*, venues de fonte avec le fond B′ de cette boîte, lequel est rapporté à dessein pour pouvoir introduire le plongeur T, dont la tête T′ est également rapportée. (Fig. 12.)

Ce plongeur est fondu avec deux gorges circulaires, disposées de telle sorte que les cloisons circulaires du fond du tampon puissent s'y emboîter aisément sans aucun frottement sur les parois. Dans les cavités circulaires, formées par les cloisons *b*, sont logées des rondelles en caoutchouc *r*, placées de façon que les anneaux saillants *t* du plongeur agissent progressivement sur leur épaisseur, d'abord sur la première qui, à cet effet, est plus haute et a le plus de développement, puis sur la seconde, intermédiaire d'un diamètre moindre, et enfin sur la troisième, placée au centre, dans l'axe du tampon.

Celui-ci ainsi disposé peut fonctionner suivant la loi des pressions progressives, que l'auteur a eu l'idée d'appliquer; mais, pour rendre l'effet plus sensible, il propose, dans le même but, de placer encore d'autres ressorts *r′* dans les gorges circulaires du plongeur T. Ces ressorts, comme ceux qui font partie du fond de la boîte fixe, peuvent être en caoutchouc, comme l'indique la fig. 12, ou être composés de fils métalliques tournés en hélice. Dans tous les cas, la hauteur ou le nombre des spires du ressort contenu dans la première gorge est plus considérable que celui du ressort renfermé dans la seconde, de façon que le ressort extrême reçoive toujours le premier choc, et que le second n'agisse qu'après cette première compression.

La fig. 13 indique une seconde combinaison de tampon, dans laquelle l'action progressive de répulsion a également lieu par l'intermédiaire de ressorts combinés, afin que, bien que pressés tous en même temps, ils offrent des résistances graduées par suite de leur composition même.

L'ensemble de ce tampon comprend une boîte B, pouvant se fixer sur les traverses des wagons au moyen de boulons. Cette boîte se termine par une partie cylindrique alésée dans laquelle s'ajuste le plongeur T, sur lequel est fixée la tête T′ du tampon.

Ce plongeur cylindrique est creux, et il est divisé dans le sens de sa longueur en deux parties par la cloison *d*, réunie au fond B′ de la boîte par le bouton *t*. C'est entre le fond et la cloison que sont placés les quatre ressorts en acier *r*, formés de lames d'acier rectangulaires, de dimensions uniformes sous le rapport de l'épaisseur et de la largeur, mais de diamètres variables.

Comme on le remarque fig. 13, ces ressorts sont concentriques à la tige centrale *t*, de sorte que celui qui se trouve le plus proche de cette tige est plus rigide que le deuxième, celui-ci plus rigide que le troisième, et ainsi de suite. L'effet qui se produit au moyen de la première disposition décrite, se produit donc également dans celle-ci, puisque l'effort de pression du premier choc a d'abord à vaincre une résistance centrale d'une certaine énergie, puis celle du deuxième ressort qui exerce à son tour son action, et ainsi de suite jusqu'au quatrième qui, eu égard à son grand diamètre, offre moins de résistance à la compression.

En 1852, M. E. Coleman s'est fait breveter en Angleterre et en France pour des dispositions de ressorts composés de cylindres en caoutchouc ou en gutta-percha, agissant par leur propre élasticité ou combinés avec l'air ou l'eau, ou ces deux agents simultanément renfermés dans les cylindres.

La fig. 14 représente en section longitudinale un tampon de choc de ce système. La boîte B, contrairement à toutes les dispositions que nous venons d'examiner, est mobile, et, à cet effet, elle est reliée par une bride et des boulons au bourrelet en bois T′, recouvert de tôle, qui reçoit le choc. Le piston guide T est fixé sur la traverse du wagon, et il est pourvu de deux rainures perpendiculaires l'une à l'autre, qui sont traversées par des boulons *t*, fixés à la paroi de la boîte, de façon à limiter sa course. Le cylindre en caoutchouc, ou le ressort proprement dit R, est enfermé dans la boîte B; il a ses deux extrémités engagées dans des rainures circulaires ménagées d'un côté dans l'épaisseur du bourrelet T′, et de l'autre côté sur le fond du piston guide T.

Ce cylindre renferme une certaine quantité d'eau, et le reste de sa capacité est occupé par un volume d'air. Ces deux agents combinés empêchent la déformation du cylindre en caoutchouc, et présentent une résistance élastique très-efficace dans le cas des chocs violents et soudains.

RESSORTS DE TRACTION REPRÉSENTÉS FIG. 15 ET 16.

Sur le dessin qui accompagne sa demande de brevet, M. Coleman indique un grand nombre de dispositions qui peuvent être adoptées en faisant usage de son système de ressort cylindrique.

La fig. 15 représente, moitié en vue extérieure et moitié en section, un double ressort de traction disposé pour opérer la réunion de deux voitures à voyageurs. Les ressorts élastiques R sont maintenus entre deux disques *d* et *d'*, et ceux-ci par les brides en fer B, dont les têtes filetées sont traversées par la vis V. Un renflement *v*, forgé avec cette vis, la partage en deux côtés égaux, dont l'un est taraudé en sens inverse de l'autre, de façon que, au moyen du levier à contre-poids L, assemblé à charnière sur le renflement *v*, on puisse rapprocher ou éloigner simultanément l'une de l'autre les deux brides B. Un écrou à manche E sert à arrêter la vis lorsqu'elle est au serrage voulu.

Le centre des cylindres en caoutchouc R est occupé par un tube en fer *e*, qui traverse le disque *d*, sur lequel il est épaulé extérieurement. Le fond de ce tube est taraudé pour recevoir l'extrémité de la tige *a*, forgée avec une partie méplate sur laquelle s'assemble l'anneau A, engagé dans l'un des crochets des tiges de traction des voitures.

La fig. 16 représente un autre mode de réunion de deux voitures et deux systèmes de ressort de traction. Celui de gauche est composé simplement, comme les tampons de choc de M. Debergue, de trois rondelles en caoutchouc *r*, séparées par des disques en tôle. Ces rondelles, renfermées dans la boîte en fonte B, fixée sur la traverse en bois G du wagon, sont pressées par le plongeur T, relié par la tige *a* à l'anneau A.

Le ressort de traction de droite, qui est du système de M. Eaton, dont nous avons parlé, est combiné de plaques minces de caoutchouc et de fils métalliques contournés en spirale. La tige *c*, du crochet C, est prolongée derrière la traverse en bois G, à l'intérieur du châssis du wagon, et une clavette retient le plongeur T dans l'intérieur de la boîte en fonte B. Celle-ci contient six ressorts à boudin *r*, qui sont maintenus chacun à leur place respective par des saillies ou tétons fondus avec la face interne du plongeur et le fond de la boîte. L'extérieur de ce fond est en contact avec la première rondelle en caoutchouc *r'*, tandis que la troisième appuie sur une plaque de tôle intercalée entre elle et la traverse.

Il résulte de ces dispositions que, comme l'élasticité et la tension des ressorts à boudin et celles des rondelles en caoutchouc ne sont pas les mêmes, l'effort de traction ne se fait pas sentir simultanément sur les deux natures de ressorts; le plus sensible cède d'abord, et le second (les rondelles en caoutchouc) n'agit que dans les chocs violents, les brusques arrêts, etc.

RESSORTS DE SUSPENSION REPRÉSENTÉS FIG. 17 A 22.

Les ressorts à lames d'acier superposées sont presque les seuls employés jusqu'ici comme ressorts de suspension. Cependant un grand nombre de dispositions ont été proposées pour les remplacer, dans le but, d'une part, d'apporter une économie dans le prix de revient, et, d'autre part, d'éviter l'encombrement que présentent les deux branches développées des ressorts et de leurs tiges de réunion avec les châssis.

M. Debergue proposa, dès 1847, la disposition très-simple indiquée fig. 17.

Elle consiste, comme on voit, dans l'application d'un certain nombre de rondelles en caoutchouc *r*, avec disques en métal *r'* interposées entre chacune d'elles. Une tige *t*, munie du plongeur T, est montée sur le coussinet de la boîte à graisse H. Les rondelles en caoutchouc sont renfermées dans une boîte en tôle B, dont le fond B' est formé d'une plaque en fonte fixée sur le brancard ou longeron en bois G du châssis du wagon.

La boîte à graisse, garnie de son essieu E, se meut librement, comme à l'ordinaire, entre des guides faisant partie des plaques de garde I, fixées au châssis. Celui-ci se trouve alors supporté sur les boîtes des essieux par la tige *t*, le plongeur T et les rondelles en caoutchouc qui forment la suspension proprement dite.

La fig. 18 indique une application analogue, faite par M. Coleman, pour la suspension des wagons. Comme dans ses tampons de choc et ses ressorts de traction, cet inventeur, en remplacement des rondelles superposées, applique un cylindre en caoutchouc R renfermé dans une boîte B. Celle-ci est fondue avec deux oreilles traversées par des boulons *b*, qui le relient par des brides ou des boulons au longeron G du wagon. Le plongeur T est monté sur une embase forgée avec le boulon *t*, relié à la partie inférieure avec la boîte à graisse de l'essieu. Un peu de jeu doit être laissé entre la circonférence extérieure du plongeur et celle intérieure de la boîte, afin de permettre les petites vibrations inhérentes au mouvement de la fusée.

Pour empêcher le contact des bords du plongeur avec le fond de la boîte et éviter la déformation du cylindre en caoutchouc, l'intérieur de ce dernier est en partie rempli d'eau. Dans le cas de chocs violents et soudains, quand le cylindre en caoutchouc est fortement comprimé, cette eau peut s'échapper par le canal vertical ménagé dans l'épaisseur du renflement *b'*, fondu avec la boîte B.

L'effet semblable est obtenu au moyen de la disposition représentée fig. 19, qui est une application du système à la suspension d'une locomotive. Dans cet exemple, le ressort en caoutchouc R est placé entre les deux boîtes B et T. La première fait partie intégrante du longeron de la machine, la seconde est réunie par le boulon fileté *t* à la boîte à graisse H.

Deux plaques latérales I, reliées au longeron par des cornières en fer, servent de guides à ces deux boîtes; seulement, comme celle inférieure est réunie à la fusée, c'est la seconde qui se déplace sous l'élasticité du cylindre en caoutchouc et des mouvements répétés du corps de la machine sur les essieux.

Un autre exemple de ressorts de suspension renfermés dans une boîte est représenté fig. 20. Ce système, breveté en Angleterre et en France en 1855, aux noms de MM. Robinson, Cunliffe et Collet, consiste dans l'emploi de ressorts formés de plaques en acier concaves, présentant la forme d'une demi-sphère creuse. Chaque demi-sphère R est percée d'un trou central et de fentes radiales, qui partent de ce trou et s'étendent vers la circonférence.

Chaque ressort ainsi disposé est monté sur un plateau en fonte T et T', alésé d'un diamètre un peu plus petit que celui intérieur de la boîte B qui les contient. Celle-ci est fixée sur le longeron de la machine ou du wagon, et sa paroi supérieure, renflée au centre, est filetée pour recevoir la vis *v*, à l'aide de laquelle on règle la hauteur du plateau T', et, par suite, la tension des ressorts, de façon à le mettre en rapport avec le poids que doit porter chaque essieu. A cet effet, le second plateau T, muni du ressort inférieur, est réuni par le boulon *t* à la boîte à graisse dans laquelle tourne la fusée.

Des combinaisons mixtes de ressorts à lames d'acier et de rondelles en caoutchouc sont proposées par M. Eaton, dans une demande de patente faite en Angleterre le 3 février 1857.

La fig. 21 représente une de ces combinaisons. On remarque que les extrémités des lames R, au lieu d'être réunies par une simple bride articulée, sont reliées au longeron G par un boulon *b*, dont l'écrou maintient serrée une série de rondelles minces en caoutchouc *r*, divisées par des disques métalliques.

Au lieu de placer ce second ressort, qui doit agir conjointement avec le premier, au-dessus des lames, l'auteur propose aussi de le mettre au-dessous du longeron, et d'en ajouter un ou plusieurs au besoin au milieu et passant au travers de la tige *t*, qui opère la suspension de la caisse du wagon sur l'un des bouts de l'essieu correspondant.

Des ressorts en acier, mais complétement différents de ceux composés de lames minces superposées, ont déjà été appliqués avec avantage. La locomotive autrichienne de M. Haswell, dite *Wien-Raab*, exposée en 1855, était suspendue sur des ressorts en spirale. Ces ressorts étaient montés, comme on le remarque fig. 22, sur un cadre en fer G fixé à la boîte à graisse H. Un étrier B, réuni par des boulons à deux chapes *b* fixées au longeron, maintient les quatre ressorts R placés deux à deux sur deux plans verticaux distincts. Ces ressorts sont composés de feuilles d'acier de 5 millim. et demi d'épaisseur et de 132 millim. de hauteur; ils ont chacun 105 millim. de diamètre à la base, et 211 millim. de hauteur sous charge.

Dans un brevet pris en France, le 12 mai 1858, au nom de M. J. Baillie, ingénieur à Vienne (Autriche), il est indiqué, comme perfectionnement dans la fabrication de ce système de ressorts, une disposition qui consiste dans le choix de lames d'acier d'une largeur ou hauteur égale d'un bout à l'autre, mais diminuant d'épaisseur; l'extrémité la plus mince de la plaque pouvant former la spire intérieure ou celle extérieure à volonté.

En diminuant ainsi l'épaisseur du métal, et en lui conservant une largeur égale dans toute sa longueur, excepté aux deux extrémités du ressort qui sont coupées carrément, les spires les plus minces, celles intérieures par exemple, sont beaucoup plus sensibles que les spires extérieures; les premières cèdent alors à une pression légère, et comme les spires suivantes augmentent graduellement d'épaisseur et qu'elles agissent successivement, elles augmentent graduellement de résistance au fur et à mesure que la pression devient elle-même plus considérable.

RÉSULTATS D'EXPÉRIENCES FAITES SUR LES RONDELLES EN CAOUTCHOUC.

M. Mariotte, inspecteur du matériel au chemin de fer du Nord, à la suite d'expériences faites sur des rondelles en caoutchouc de diverses provenances, a publié, dans l'annuaire de la *Société des anciens élèves des écoles impériales d'arts et métiers* (année 1857), un travail très-intéressant dont nous allons extraire quelques parties. On verra que l'auteur a déduit des résultats qu'il a obtenus des règles générales, qui permettent de soumettre au calcul les différentes espèces d'appareils que l'on peut combiner pour utiliser le caoutchouc.

Les expériences ont été faites au moyen d'une machine à essayer la flexibilité des ressorts ordinaires à feuilles d'acier. Elles ont varié de trois manières :

1° Une seule rondelle a d'abord été soumise à des efforts de compression, croissant dans un rapport déterminé ;

2° Deux rondelles superposées et séparées par une feuille métallique ont ensuite été soumises aux mêmes efforts;

3° Enfin quatre rondelles, disposées comme les précédentes, ont subi les mêmes compressions.

Les deux tableaux qui suivent donnent les résultats de ces expériences; elles ont été faites sur quatre sortes de caoutchouc provenant de trois fabricants; MM. Pritchard et Monneron, M. Gaignau, représentant de M. Debergue; et M. Wacrenier, qui faisait fabriquer ses rondelles à l'usine de Beaumont.

Données de MM. . . .	Pritchard et Monneron.		Gaignau.	
Poids et prix d'une rondelle.	0^k980	5^f88	0^k655	9^f82
Poids et prix du mètre cube.	1605^k	9630^f00	1073^k	16092^f00
Prix de 1 kilogramme......		6^f00		15^f00

TABLEAUX SUR LA COMPRESSIBILITÉ DU CAOUTCHOUC

	Pritchard et Monneron.	Gaignau.	Wacrenier.
Surface initiale soumise à la compression....	= 153 cent. carrés.	= 153 c. q.	= 88 c. q.
Volume d'une rondelle à l'état libre........	= 610 cent. cubes.	= 610 c. c.	= 317 c. c.

Effort de compression.	MM. PRITCHARD ET MONNERON. N° 1.						MM. PRITCHARD ET MONNERON. N° 2.						Compression sur 1 centimètre carré de surface initiale.
	Une rondelle.		Deux rondelles.		Quatre rondelles.		Une rondelle.		Deux rondelles.		Quatre rondelles.		
	Flexion pour l'effort total.	Flexibilité due à 500 kil.	Flexion pour l'effort total.	Flexibilité due à 500 kil.	Flexion pour l'effort total.	Flexibilité due à 500 kil.	Flexion pour l'effort total.	Flexibilité due à 500 kil.	Flexion pour l'effort total.	Flexibilité due à 500 kil.	Flexion pour l'effort total.	Flexibilité due à 500 kil.	
kil.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	kil.
500	2.8	2.8	6	6	14	14	4.»	4.»	7.»	7.»	12	12	3.268
1.000	4.7	1.9	9	3	24	10	7.»	3.»	12.5	5.5	22	10	6.536
1.500	6.»	1.3	14	5	32	8	9.7	2.7	17.5	5.»	31	9	9.804
2.000	8.»	2.»	18	4	40	8	11.7	2.»	21.7	4.2	39	8	13.072
2.500	9.5	1.5	21	3	46	6	13.5	1.8	25.»	3.3	45	6	16.340
3.000	10.5	1.»	24	3	51	5	15.»	1.5	27.2	2.2	50	5	19.608
3.500	11.5	1.»	26	2	56	4	16.5	1.5	30.5	3.3	54	4	22.876
4.000	12.3	».8	28	2	59	3	17.7	1.2	32.»	1.5	58	4	26.144
4.500	13.»	».7	30	2	62	3	18.5	».8	33 5	1.5	61	3	29.412
5.000	13.5	».5	32	2	65	2	19.5	1.»	35 2	1.7	64	3	32.680

Effort de compression.	M. GAIGNAU. N° 3.						Compression sur 1 centimètre carré de surface initiale.	M. WACRENIER. N° 4.						Compression sur 1 centimètre carré de surface initiale.
	Une rondelle.		Deux rondelles.		Quatre rondelles.			Une rondelle.		Deux rondelles.		Quatre rondelles.		
	Flexion pour l'effort total.	Flexibilité due à 500 kil.	Flexion pour l'effort total.	Flexibilité due à 500 kil.	Flexion pour l'effort total.	Flexibilité due à 500 kil.		Flexion pour l'effort total.	Flexibilité pour 500 kil.	Flexion pour l'effort total.	Flexibilité pour 500 kil.	Flexion pour l'effort total.	Flexibilité pour 500 kil.	
kil.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	kil.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	kil.
500	3.»	3.»	7	7	14.»	14.»	3.268	7.5	7.5	11.5	11.5	20.»	20.»	5.664
1.000	5.2	2.2	13	6	24.»	10.»	6.536	13.»	5.5	21.»	9.5	38.5	18.5	11.328
1.500	8.»	2.8	17	4	33.2	9.2	9.804	15.5	2.5	27.»	6.»	50.»	11.5	16.992
2.000	9.»	1.»	21	4	41.»	7.8	13.072	17.5	2.»	29.»	3.»	57.5	7.5	22.656
2.500	11.5	1.5	24	3	47.»	6.»	16.340	18.8	1.3	33.»	4.»	62.5	5.»	28.320
3.000	11.8	1.3	27	3	52.»	5.»	19.608	20.»	1.2	35.»	2.»	67.»	4.5	33.984
3.500	12.5	».7	29	2	56.»	4.»	22.876	21.»	1.»	37.»	2.»	70.»	3.5	39.648
4.000	13.»	».5	30	1	60.»	4.»	26.144	21.7	».7	39.»	2.»	73.5	3.»	44.312
4.500	13.8	».8	32	2	63.»	3.»	29.412							
5.000	14.4	».6	34	2	65.6	2.6	32.680							

La première observation générale qui ressort de l'examen de ces tableaux, c'est que la compression produite par une charge quelconque et la compressibilité qui en résulte sont proportionnelles au nombre de tranches superposées, ou à la hauteur totale [1]. On peut donc formuler de prime abord cette règle générale :

La compression et la compressibilité d'un système de rondelles superposées et de section constante, sont proportionnelles, pour un même effort de compression, au nombre de rondelles superposées, ou à la hauteur mesurée dans la direction de l'effort.

Ainsi, lorsque plusieurs rondelles superposées sont soumises à une certaine charge, la compression et la compressibilité de chacune sont égales à celles d'une seule qui supporterait en totalité le même effort.

On peut remarquer, en second lieu, que les chiffres de la dernière colonne, à droite, expriment les pressions par centimètre carré de la surface initiale de compression (surface au point de départ, avant toute compression) qui ont produit les compressions et les compressibilités indiquées dans les colonnes en regard. Si donc l'on construit des courbes ayant pour abscisses ces efforts et pour ordonnées les compressions et les compressibilités correspondantes, on obtiendra, par les ordonnées intermédiaires, la loi des compressions et des compressibilités de ces rondelles.

Et pour la généraliser, il suffira de combiner les résultats déterminés avec cette loi de compression généralement admise, et confirmée pour le caoutchouc par toutes les expériences de l'auteur : « que la résistance à la compression des prismes sem-« blables, et notamment des cylindres, est proportionnelle aux nombres des molé-« cules contenues dans l'aire des sections transversales (faites par un plan perpen-« diculaire à la direction de l'effort), ou à l'unité d'aire commune à toutes les sec-« tions, le centimètre carré, par exemple. » (Poncelet, Introduction à la mécanique.)

La flexibilité des ressorts ordinaires à feuilles d'acier, et notamment des ressorts du matériel roulant des chemins de fer, détermine les applications qu'ils peuvent recevoir, et sert de point de départ au calcul de leurs dimensions.

La compressibilité des rondelles en caoutchouc correspondant à cette propriété devra donc servir au même usage. Le problème général de la construction de ces appareils peut se résumer dans l'énoncé suivant :

Étant donné un effort quelconque, déterminer le volume de caoutchouc et les dimensions à donner à ce volume, pour obtenir, sous l'effort donné, une compression spécifiée; problème dans lequel les conditions explicitement connues sont :

1° *L'effort que doit supporter l'appareil;*

2° *La compressibilité à obtenir sous cet effort.*

1. M. Mariotte appelle *compression*, la dépression totale produite par une charge quelconque sur une ou plusieurs rondelles; c'est la première colonne de résultats dans chaque tableau. Leur examen montre que la compression de ces rondelles n'est pas proportionnelle à la charge; elle décroît à mesure que cette charge augmente : ainsi, tableau n° 2, la compression de quatre rondelles superposées est 0m,039 pour 2,000 kilog.; elle est 0m,038 seulement pour 4,000 kilog., etc.

Il appelle *compressibilité*, la dépression sans cesse décroissante produite par chacune des additions constantes de charge sur une ou plusieurs rondelles; c'est la deuxième colonne de résultats dans chaque tableau. Leur examen montre que la compressibilité des rondelles en caoutchouc est irrégulière et varie suivant l'intensité des charges; elle décroît à mesure que la charge augmente. Ainsi, tableau n° 2, la compressibilité de quatre rondelles superposées est 8 mill. pour 500 kil.; sous une charge de 2,000 kil., elle est de 4 mill. seulement; pour le même effort 500 kil. sous une charge de 4,000 kil., etc.

Ainsi, les désignations *compression* et *compressibilité* correspondront, dans le cours de cet article, à celles de *flexion* et de *flexibilité*, employées dans le calcul des ressorts en acier.

La limite de charge que peut supporter le caoutchouc, sans altération et sans déformation, ne peut être déterminé que par l'expérience. Ce qui la détermine théoriquement, c'est le rapport de la compression à la hauteur primitive, ou l'ampleur du déplacement des molécules.

Les calculs effectués par M. Mariotte et indiqués dans son mémoire, lui ont permis d'établir qu'il était prudent, pour les charges *permanentes variables*, de ne point excéder les pressions 3 à 5 kil. à vide, et 9 ou 10 kil. à charge par c. car.;

Pour les charges *permanentes fixes*, les pressions 5 à 7 kil.;

Pour les charges *instantanées*, des pressions qui atteignent 40 et 45 kil. par centimètre carré.

De sorte que, dans ce cas, il peut fonctionner sans inconvénient sous les pressions qui correspondent au maximum de compressibilité, soit environ 15 kil. par c. car.; en d'autres termes, qu'il pouvait être comprimé de 1/10 à 1/4 de sa hauteur primitive pour les charges permanentes variables, à environ 1/7 à 1/5 de cette même hauteur pour les charges permanentes fixes, et 1/2 pour les charges instantanées.

Quelle que soit la résistance élastique du caoutchouc que l'on utilise, résistance mesurée par l'effort sur l'unité de surface nécessaire pour le comprimer suivant un rapport constant, ou d'une même fraction de sa hauteur primitive, les rapports précédents serviront à déterminer et à limiter ces pressions maximum.

Application aux appareils de suspension. — Un ressort en acier est d'autant plus doux qu'il est flexible (dans les limites déterminées par l'expérience), et son degré de flexibilité, ainsi que sa résistance absolue, déterminent son emploi. Par analogie, un système de rondelles devra être d'autant plus doux qu'il sera plus compressible (dans de semblables limites); et pour qu'un tel système puisse être substitué dans de bonnes conditions à un ressort d'acier, sa compressibilité et sa résistance absolue devront être égales à la flexibilité et à la résistance absolue du premier.

Afin de porter un jugement de cette nature sur la qualité relative des appareils de suspension en caoutchouc, M. Mariotte a déterminé leur compression et leur compressibilité sous le chargement au moyen d'appareils adaptés à des wagons de terrassement de 15 tonnes du chemin du Nord.

Chaque appareil était composé de 3 tranches en caoutchouc de section quadrangulaire, percées à leurs centres de trous circulaires, et interposées entre le brancard et une boîte à graisse de forme spéciale, de façon à substituer leur compressibilité à l'action des ressorts en acier.

Le poids brut du wagon chargé était de 19,000 kil.

Il avait trois paires de roues, et la charge sur chaque boîte à graisse = 3,200.

La surface totale de compression des trois rondelles = $0^{m.q.}0121 \times 3 = 0^{m.q.}0363$.

L'épaisseur des rondelles, $0^{m}06$.

La pression par c. car. était donc à charge $\frac{3200}{363} = 8^{k}8$, et à vide $\frac{666}{363} = 1^{k}8$.

L'ordonnée des compressions correspondant à $8^{k}8 = 0^{m}030$.

La compression était donc, à vide, $0^{m}0086 \times \frac{6}{16} = 0{,}0032$;

$$\text{et à charge, } 0{,}030 \times \frac{6}{16} = 0^{m}0112.$$

L'ordonnée des compressions correspondant à $1^{k}8 = 0^{m}0086$.

Le chiffre 16 indique en cent. la hauteur des quatre rondelles,

L'ordonnée des compressibilités correspondant à $1^k 8 = 0^m 013$.

L'ordonnée des compressibilités correspondant à $8^k 8 = 0,0093$.

La compressibilité est donc, à vide, $= \frac{6}{16} \times 0,013 = 0,0048$;

et à charge, $= 0^m 0093 \times \frac{6}{16} = 0,0036$.

Les compressibilités étant relatives à un effort constant, pour chaque appareil

$= 3^k 268 \times 363$ c. car. $= 1186$ kil.

Si l'on rapporte ces compressibilités à l'unité comparative ordinaire 1,000 kil., l'on trouve que la compressibilité de l'appareil est $0^m 004$ à vide, et $0^m 0028$ à charge; tandis que les ressorts en acier, affectés au même usage, ont une flexibilité de $0^m 012$, ou de 3 à 4 fois plus grande. En admettant que le caoutchouc fonctionne dans les conditions les plus favorables, suivant les résultats, la flexibilité des ressorts en acier serait encore 2 à 3 fois plus grande que la compressibilité correspondante de l'appareil. Celui-ci est donc défectueux.

Soit à déterminer maintenant les volumes minimum du caoutchouc qui peuvent développer une compression égale à la flexibilité des ressorts de suspension, actuellement employé sur le chemin de fer du Nord.

Prenant pour termes de comparaison les ressorts de suspension des wagons à marchandises à 6 et à 10 tonnes, et des voitures de première classe.

1° La flexibilité des ressorts de suspension à marchandises à 6 tonnes est $0^m 025$ pour 1,000 kil.; leur charge normale est 2,100 kil.

2° La flexibilité des ressorts de suspension à marchandises à 10 tonnes est $0^m 012$ pour 1,000 kil.; leur charge normale est 3,100 kil.

3° La flexibilité des ressorts de suspension des voitures de première classe est $0^m 125$ pour 1,000 kil.; leur charge normale est 1,300 kil.

En supposant que les rondelles à employer sont calculées pour produire la plus grande compressibilité possible, cette surface sera :

1° Pour les wagons à 6 tonnes, $\frac{2100^k}{10} = 0^{m.q.} 0210^{c.q.}$.

2° Pour les wagons à 10 tonnes, $\frac{3100^k}{10} = 0^{m.q.} 0310^{c.q.}$

3° Pour les voitures de première classe, $\frac{1300^k}{10} = 0^{m.q.} 0130^{c.q.}$

La compressibilité, sous la pression 10 kil., est $0^m 005$. Elle est produite, sur les appareils à 6 tonnes, par l'effort constant, $210^k \times 2 = 420$ kil.;

Sur les appareils à 10 tonnes, par l'effort, $310^k \times 2 = 620$ kil.;

Et sur ceux des voitures à voyageurs, par l'effort, $130^k \times 2 = 260$ kil.

La flexibilité des ressorts à 6 tonnes étant $0^m 025$ pour 1,000 kil., correspond à $0^m 0105$ pour 420 kil.; celle des ressorts à 10 tonnes étant $0^m 012$ pour 1.000 kil., correspond à $0^m 0074$ pour 620 kil.; celle des ressorts à voyageurs étant 0,125 pour 1,000 kil., correspond à 0,0325 pour 260 kil.

Les hauteurs H, qui produisent des compressibilités égales à ces flexibilités, seront déterminées par les proportions :

1° Wagons à 6 tonnes, $0^m005 : 0^m100 :: 0^m0105 : H$; d'où $H = 0^m210$;

2° Wagons à 10 tonnes, $0^m005 : 0^m100 :: 0^m0074 : H$, d'où $H = 0^m148$;

3° Voitures de première classe, $0^m005 : 0^m100 :: 0^m0325 : H$, d'où $H = 0^m650$.

1° Pour wagons à 6 tonnes, $0^{m.q.}0210 \times 0,21 = 0^{m.c.}004\,410$;

2° Pour wagons à 10 tonnes, $0^{m.q.}0310 \times 0,148 = 0^{m.c.}004\,588$;

3° Pour les voitures de première classe, $0^{m.q.}0130 \times 0,650 = 0^{m.c.}008\,450$.

En prenant pour unité les prix du caoutchouc de MM. Pritchard et Monneron qui sont moins élevés; ils sont à volume égal avec ceux de M. Gaignau :: 9 688 : 16092, ou :: 1 : 1,65; or, des volumes égaux de ces deux provenances développent à peu près les mêmes compressibilités.

Le prix du mètre cube étant de 9630 fr., les prix cherchés seront :

1° Pour wagons à 6 tonnes, $0^{m.c.}004\,410 \times 9630 = 42^f47$;

2° Pour wagons à 10 tonnes, $0^{m.c.}004\,588 \times 9630 = 44^f18$;

3° Pour voitures de première classe, $0^{m.c.}008\,450 \times 9630 = 81^f37$.

Les prix des ressorts en acier affectés au même usage sont : 35 fr. pour wagons à 6 tonnes; 30 fr. pour wagons à 10 tonnes; 55 fr. pour voitures de première classe.

Appareils de traction. — M. Mariotte prend pour termes de comparaison :

1° Les ressorts de traction des voitures à voyageurs ;

2° Les ressorts de traction des wagons à 10 tonnes.

Sur le chemin de fer du Nord, le maximum de charge brute remorqué est d'environ 185 tonnes, pour des trains de voyageurs animés d'une vitesse moyenne de 30 à 35 kilomètres à l'heure; et de 120 unités, ou 450 tonnes environ pour les trains de marchandises, marchant à une vitesse de 20 à 25 kilomètres.

L'effort de traction, ou coefficient de résistance des trains en marche, en raison des accroissements de charge et de vitesse, n'est pas exactement connu. Cependant, si l'on se reporte aux expériences citées dans le *Guide du Mécanicien* de MM. Lechatellier, Flachat, Petiet et Polonceau, desquelles on déduit que, sur la voie étroite, pour un train remorqué de 100 tonnes, marchant à une vitesse de 21 kil., cet effort est d'environ 4 kil. à 4^k15, et s'élève de 4^k60 à 4^k70 pour une vitesse de 32 kilomètres, l'on peut estimer approximativement cet effort à 5 kil. pour les trains omnibus à voyageurs, et à 4 kil. pour les trains de marchandises qui lui servent de base. Les appareils de traction des trains de voyageurs devront donc supporter un effort de $185 \times 5^k = 925$ kil.;

et ceux des trains de marchandises un effort de $430 \times 4 = 1720$ kil.

Ces appareils fonctionnent d'une manière intermittente. Pendant les arrêts divers, les molécules du caoutchouc se distendent et reviennent à leur état d'équilibre primitif. Le caoutchouc peut alors fonctionner sans inconvénient pour le cas de ces charges instantanées, sous les pressions qui correspondent à son maximum de compressibilité. Nous admettrons donc, dans ces appareils, une pression de 14 kil. par cent. carré de surface initiale. Cette surface sera :

1° Pour les appareils des wagons-voyageurs, $\frac{925}{14} = 0^{m.q.}0066^{c.q.}$

2° Pour les appareils des wagons à marchandises, $\frac{1720}{14} = 0^{m.q.}0122^{c.q.}$

La compressibilité donnée par les expériences est de 0^m0039, sous la pression de 14 kil. par cent. carré. Elle est produite :

sur les appareils des voitures à voyageurs par l'effort constant $66^k \times 2 = 132$ kil.;

et sur les appareils à marchandises, par l'effort $122^k \times 2 = 244$ kil.

La flexibilité des ressorts à voyageurs étant de 0^m085 pour 1000 kil., correspondant à 0^m0112 pour 132 kil.; celle des ressorts à marchandises étant 0^m015 pour 1000 kil., correspondant à 0^m0037 pour 244 kil. Les hauteurs H, qui produisent des compressibilités égales à ces flexibilités, seront déterminées par les proportions :

1° Pour un appareil de voitures à voyageurs, $0^m\,0039 : 0^m100 :: 0^m0112 : H$;

$$\text{d'où } H = 0^m\,287.$$

2° Pour celui de wagons à marchandises, $0^m0039 : 0^m100 :: 0^m0037 : H$;

$$\text{d'où } H = 0^m095.$$

1° Pour le premier, le volume sera $0^{m.q.}0066 \times 0^m287 = 0^{m.c.}001\,894$.

2° Pour le second, le volume sera $0^{m.q.}0122 \times 0^m095 = 0^{m.c.}001\,159$.

En prenant pour unité, comme dans le cas précédent, les prix du caoutchouc de MM. Pritchart et Monneron, on obtient :

1° Pour un appareil de voitures à voyageurs, $0^m001\,894 \times 9630 = 18^f24$.

2° Pour celui de wagons à marchandises, $0^m001\,159 \times 9630 = 11^f17$.

Les prix des ressorts en acier affectés au même usage, étant de 90 fr. pour ressorts à voyageurs, et de 30 fr. pour wagons à marchandises, il en résulte que cette matière peut être d'un usage économique pour le service des appareils de traction.

Le rayon intérieur étant fixé par la construction à $0^m\,025$, le rayon extérieur sera :

$$r = \sqrt[2]{\frac{c}{3.1416} + 0^m025^2}$$

1° Pour un appareil de voitures à voyageurs,

$$r = \sqrt[2]{\frac{0^{m.q.}\,0066}{3,1416} + 0^m025^2} = \sqrt{0,002725} = 0^m\,052.$$

2° Pour un appareil de wagons à marchandises,

$$r = \sqrt[2]{\frac{0^{m.q.}012}{3,1416} + 0^m025^2} = \sqrt{0,004445} = 0^m\,067.$$

1° Pour le premier, la largeur de la couronne, $l = 0^m\,052 - 0^m025 = 0^m027$;

2° Pour le second, $l = 0^m\,067 - 0^m\,025 = 0^m042$.

1° Pour le premier, l'épaisseur d'une rondelle, $h = 1^m8 \times 0^m\,027 = 0^m\,048$;

2° Pour le second, $h = 2 \times 0^m\,042 = 0^m\,084$.

Le nombre de rondelles à employer étant donné par la relation $\frac{}{h} = n$, l'on obtiendra :

1° Pour l'appareil des voitures à voyageurs, $n = \dfrac{0^m\,287}{0^m\,048} = 5,97$;

2° Pour celui d'une voiture à marchandises, $n = \dfrac{0^m\,095}{0^m\,084} = 1,13$.

Le nombre n étant fractionnaire, sera remplacé par le nombre entier dont il est le plus rapproché; l'on aura donc 6 rondelles dans le premier cas, et une seulement dans le second; leur épaisseur définitive sera donc :

1° Pour les appareils de voitures à voyageurs, $h = \frac{0^m 287}{6} = 0^m 0478$;

2° Pour ceux des voitures à marchandises, $h = \frac{0^m 095}{1} = 0^m 095$.

Des tampons de choc. — Le caoutchouc a satisfait complétement aux conditions à obtenir des tampons de choc des wagons à marchandises.

En premier lieu, la compressibilité des appareils en usage est suffisante pour absorber la force vive perdue par les chocs, et pour préserver d'avaries les wagons et leur chargement. Ainsi, les tampons de choc de ce genre, appliqués, sur le chemin de fer du Nord, aux wagons de 10 tonnes à bestiaux, à sucre, à lait, à houille et à coke, à pierres, ont complétement atteint le but de la conservation des chargements spéciaux et du matériel.

En deuxième lieu, ces appareils supportent, sans dégradation, et sans altération de la matière compressible, les chocs ou les coups de tampon les plus vifs. Les efforts instantanés les plus énergiques développés par ces accidents ne peuvent altérer l'élasticité du caoutchouc. Des observations directes faites par l'auteur sur la partie mobile de ces tampons, ou *plongeurs*, permettent d'apprécier l'intensité de ses efforts. Les traces fort apparentes du frottement sur cette partie accusent un refoulement ou une compression de $0^m 07$ pour un appareil composé de quatre rondelles superposées d'une hauteur totale de $0^m 14$.

Si l'on se reporte au tableau n° 4, l'on voit que cette compression est produite par un effort de 39 à 40 kil. par cent. carré. Or, la surface initiale des rondelles placées à ces tampons $= 0^m 0103$ cent. carré. L'effort de compression que supportent les rondelles d'un tampon est donc de $103 \times 40^k = 4120$ kil.

Les refoulements de $0^m 05$ sont plus fréquents; ils correspondent, d'après le même tableau, à des pressions de 17 kil. par cent. carré, soit pour un tampon à l'effort total de $103 \times 17 = 1751$ kil.

Les chocs ou coups de tampons engendrent donc généralement sur les rondelles des pressions comprises entre 1500 kil. et 4100 kil. pour chaque tampon, ou 15 à 40 kil. par cent. carré de la surface initiale.

C'est sous une élasticité telle, que le caoutchouc peut fonctionner sans aucune altération sous les chocs les plus vifs, sous des pressions instantanées de 40 à 45 kil. par centimètre carré de surface initiale, qui constitue la supériorité de cette matière sur l'acier, dans son application aux tampons de choc des wagons à marchandises. Or donc, dans les cas analogues, l'industrie pourra toujours en tirer un parti très-avantageux.



MACHINES A TRAVAILLER LE BOIS

MACHINES A MORTAISER
ET A FAIRE LES TENONS ET LES ENTAILLES

PAR

M. MESSMER, ingénieur

DIRECTEUR DE L'USINE DE GRAFFENSTADEN (PRÈS STRASBOURG)

(PLANCHES 39 ET 40)

La Compagnie du chemin de fer de l'Est a fait l'acquisition, pour ses ateliers de carrosserie à Paris, des machines à travailler les bois débités, qui faisaient partie de la belle collection d'outils envoyée par l'usine de Graffenstaden à l'Exposition de 1855, et qui ont valu à cet établissement la grande médaille d'honneur, et à M. Messmer, pour son habile direction, le grade de chevalier de la Légion d'honneur.

Nous avons vu fonctionner ces machines, et nous avons pu constater qu'en dehors du caractère de solidité et de stabilité qu'elles offrent, et de la perfection de leur exécution, que tout le monde s'est plu à reconnaître, elles travaillaient avec une précision, une régularité et une rapidité vraiment admirables.

En présence de tels résultats qui permettent d'apporter une économie assez notable dans les frais de main-d'œuvre, et surtout d'obtenir une bien plus grande régularité dans les assemblages des châssis de wagons, la Compagnie s'est empressée de faire construire une nouvelle série de machines pour ses ateliers d'Épernay; seulement, par économie, des bâtis en bois ont été substitués aux bâtis en fonte, mais les dispositions n'ont pas été modifiées d'une manière sensible.

La rapidité d'exécution de ces appareils ne laisse rien à désirer; le travail le plus long et par suite le plus dispendieux, consiste dans le maniement des pièces de bois, leur transport, leur placement et déplacement sur les machines.

L'organisation du local qui les renferme doit donc éviter, autant que possible, par de bonnes dispositions, de longs trajets.

Dans les ateliers du chemin de fer de l'Est à Paris, on a laissé entre chaque machine un espace libre, qui suffit pour placer d'un côté une certaine quantité de bois à travailler, et de l'autre, les bois travaillés.

Toutes les machines sont desservies par un petit wagonnet roulant sur une voie ferrée qui est en communication avec le dépôt de bois brut, le magasin des bois ouvrés et l'atelier de construction.

Un madrier brut, pris au dépôt de bois, passe d'abord aux scies pour être débité, ensuite à une machine à percer, puis à une machine à mortaiser, de là à une machine à faire les tenons et les entailles, et enfin, à la machine à faire les rainures et les languettes.

Il y a deux scies, l'une circulaire, l'autre verticale. On se sert plus particulièrement de la première pour débiter les bois durs, et de la seconde pour les bois blancs.

La machine à percer est verticale et double; ce sont en réalité deux machines accouplées sur une même colonne servant de bâti.

Les porte-mèches montent et descendent à la main au moyen d'une crémaillère et d'un pignon. L'outil équilibré par un contre-poids s'arrête dès que l'ouvrier cesse d'agir.

Les mèches employées sont de deux sortes : 1° Les mèches à *cuiller;* 2° les mèches anglaises, ou mèches à *trois-pointes.*

Quelle que soit la dimension des trous à percer, la mèche tourne toujours avec une vitesse de 240 tours par minute.

Lorsque l'on emploie la mèche à cuiller, il faut souvent la relever afin de la dégager des débris qui l'engorgent et présentent une résistance qui, par suite, pourrait amener la torsion et la rupture de la mèche.

Avec cette machine, en utilisant un côté seulement, un homme peut percer par heure 135 trous d'environ 10 centimètres de profondeur, quel que soit leur diamètre. Son prix est de 2,000 francs.

La machine verticale à mortaiser, dessinée sur la planche 39, est employée pour le travail des bois de fort équarrissage, et la machine horizontale, représentée par les fig. 1 à 7 de la pl. 40, pour le travail des bois de plus petite dimension.

Dans la machine verticale, le bois est fixé entre des mordaches, avec un chariot mobile horizontalement, et manœuvré par la main de l'ouvrier. Le porte-outil est vertical et reçoit son mouvement d'une bielle attachée sur un bouton de manivelle, disposé pour remonter plus rapidement que pendant le travail, quand l'outil descend.

Pour faire les mortaises, il faut d'abord, dans le milieu de leur longueur, percer un trou ayant pour diamètre la largeur de la mortaise, et pour longueur la profondeur qu'elle doit avoir. Ce trou sert à amorcer l'outil de la mortaiseuse, car l'outil commence à fonctionner en partant du milieu de la mortaise, et se dirigeant de droite et de gauche vers les extrémités.

Le porte-outil a un mouvement tournant qui permet, une fois la por-

tion de droite de la mortaise faite, de retourner l'outil d'un demi-tour pour faire la portion de gauche.

Dans la machine horizontale, la partie agissante de l'appareil se compose d'un porte-outil cylindrique qui glisse dans une longue douille en fonte. Celle-ci fait partie d'un chariot muni de poulies de commande et de la bielle qui transmet le mouvement.

Lorsqu'on veut faire travailler l'outil, on fait avancer le chariot au moyen d'un levier à main qui actionne un mouvement à genouillère. L'extension de cette genouillère donne la limite de la course du chariot, et le point d'attache de l'arrière pouvant se déplacer, fixe l'avancement de l'outil.

La machine pour faire les tenons et les entailles est représentée par les fig. 9 et 10 de la pl. 40.

Elle est d'une disposition très-simple : l'outil est un rabot circulaire à plusieurs séries de couteaux, dont on règle la distance dans le sens de l'axe, suivant les dimensions des tenons.

La poupée qui porte les outils a son mouvement de descente à la main, mais elle est remontée par la machine, qui lui donne un mouvement plus rapide.

La table sur laquelle le bois est fixé par quatre équerres, est à mouvement longitudinal et transversal.

Nous allons décrire plus en détail ces trois dernières machines, et, dans un prochain article du 12me volume, nous donnerons le dessin et la description de la grande machine à faire les rainures, feuillures, languettes et moulures, qui complète la série d'outils à façonner les assemblages des bois, construites à l'usine de Graffenstaden, et dont les combinaisons dues à M. Messmer ont fait l'objet d'une demande de brevet d'invention, en date du 19 juillet 1855.

DESCRIPTION DE LA MACHINE VERTICALE A MORTAISER LES BOIS REPRÉSENTÉE PL. 39.

La fig. 1 représente cette machine extérieurement vue de face. Une pièce de bois, qui peut être une traverse de tête d'un châssis de wagon, est supposée recevoir l'action des deux outils pratiquant simultanément deux mortaises parallèles.

La fig. 2 est une vue extérieure de côté de cette machine toute montée et fonctionnant.

La fig. 3 est une section verticale faite transversalement au chariot porte-pièces, et parallèlement à l'axe de transmission de mouvement.

La fig. 4 est un plan ou section horizontale faite à la hauteur de la ligne 1-2 de la fig. 3.

La fig. 5 est une section longitudinale du chariot et de son support.

La fig. 6 est une section horizontale, indiquant la transmission de mouvement placé devant la ligne de coupe de la figure précédente.

Les fig. 7 et 8 font voir en détails, de face et en section, l'assemblage de la poulie motrice et de la manivelle excentrée, montée sur l'arbre de transmission, produisant le mouvement de retour rapide des outils.

La fig. 9 donne un tracé graphique de ce mouvement.

La fig. 10 indique en détail le mode de serrage du frein, à l'aide duquel on arrête la descente du porte-outils, à une hauteur quelconque de sa course.

Les fig. 11 et 12 font voir, en sections verticale et horizontale, un mécanisme de débrayage au moyen duquel on fait varier la vitesse de translation du chariot porte-pièces.

Les fig. 13, 14, 15 et 16 sont des détails du porte-outils et des outils.

Du bati et du chariot porte-pièces. — Une colonne creuse A, de section rectangulaire, fondue avec un large patin A′ et deux bras horizontaux B et B′, forme le bâti de la machine; quatre forts boulons à écrou *a* le retiennent fixé sur le massif destiné à le recevoir. Un banc C ou socle fondu avec une table C′, évidée au milieu et les bords longitudinaux taillés à queue d'hironde, sert de siége au chariot sur lequel se fixe la pièce de bois à travailler. Ce banc repose sur le même massif que le bâti A, et il est relié avec ce dernier par quatre boulons *a′* (fig. 2 et 5), afin que ces deux pièces forment un tout solidaire.

Un premier plateau D est monté sur la table C′; il est fondu avec des bords longitudinaux, dont l'un correspond à la forme en queue d'hironde de la table, tandis que l'autre, garni d'une règle en fer d'une forme semblable, est ajusté de façon à glisser de l'autre côté de cette même table.

Des vis de serrage *d* permettent de rapprocher la règle en fer sur la face frottante, de façon à compenser l'usure ou le jeu qui peut se produire au bout d'un certain temps de marche.

Un second plateau E est monté de la même manière sur le premier, mais les queues d'hironde sont taillées dans le sens opposé, afin que les deux mouvements de glissement aient lieu perpendiculairement l'un à l'autre.

Sur la face extérieure du premier plateau D est fixée, par des vis *d′*, une crémaillère D′ (fig. 1, 2 et 3), dont les dents sont engagées dans celles d'un pignon *b*, monté sur le carré d'un petit arbre supporté par la douille *c*, fondue avec le socle C. En faisant tourner ce pignon, au moyen d'une manivelle que l'on place sur le prolongement de son axe carré, on fait mouvoir à volonté, à droite ou à gauche, les deux plateaux dans le sens longitudinal.

On remarque que le mouvement est transmis directement par le pignon, de sorte qu'à chaque révolution de celui-ci le plateau se déplace d'une quantité égale à son développement, qui est de 188 millimètres, puisque son diamètre au cercle primitif des dents est de 60 millimètres.

Pour des bois durs ou des mortaises de grandes largeurs, on ne peut

faire avancer le bois avec cette vitesse, quoique celle-ci ne soit que fictive à la vérité, puisqu'elle dépend de celle de la manivelle et que l'ouvrier qui l'actionne peut la modifier à volonté, mais alors la résistance devient trop considérable; dans ce cas on fait manœuvrer le plateau par l'intermédiaire de la vis F, des roues droites F′, G′, et de la paire de roues d'angle *f*, et au moyen d'une manivelle montée sur le carré du petit arbre *f*′.

Pour arriver à ce résultat, ce plateau est relié à la vis F par un support à fourche *g*, muni de l'écrou *g*′ (fig. 3, 11 et 12). Cet écrou est composé de deux pièces, montées à charnières, chacune séparément sur un axe indépendant *h*; et elles sont réunies par une plaque à deux coulisses *h*′, qui fait l'office d'un excentrique; au moyen de celui-ci on embraie ou on débraie, c'est-à-dire que l'on ouvre ou que l'on ferme les deux mâchoires de l'écrou, afin d'isoler le plateau et la vis ou les rendre solidaires à volonté.

A cet effet l'arbre *i*, sur lequel est fixé la plaque à coulisse, est muni à son extrémité d'un levier *i*′ (fig. 11 et 12), relié à la tringle méplate I garnie du manche à poignée I′. Il suffit de tirer ou de pousser ce manche pour ouvrir ou fermer les mâchoires de l'écrou. Un goujon, fixé contre une nervure à l'intérieur du plateau, est engagé dans la coulisse pratiquée dans la tringle méplate I, de façon à la guider bien horizontalement.

Une double équerre en cuivre mince *j* (fig. 5), vissée sur la nervure du plateau, recouvre le mécanisme, afin d'éviter que la poussière ou les petits débris du bois, en s'accumulant entre les deux plateaux, ne gêne son fonctionnement.

Comme on a dû le remarquer, les deux dispositions que nous venons de décrire n'ont pour but que la translation du chariot dans le sens longitudinal de la table. Pour opérer le déplacement dans le sens transversal, le second plateau E est muni d'un écrou *e*, monté au milieu du premier plateau D, et terminé par un carré servant à recevoir la manivelle motrice.

La table de ce second plateau est entaillée de cinq rainures transversales, dont deux reçoivent les équerres des mordaches J et J′, entre lesquelles on maintient le bois pendant le travail; celles J sont fixes, et les deux autres J′, mobiles au moyen des vis *j*′. Les manivelles K, montées à leur extrémité, sont reliées par une traverse *k*, afin que le même mouvement communiqué à l'une des manivelles fasse marcher les deux vis de la même quantité, et par suite que l'avancement des deux mordaches J′ ait lieu bien parallèlement. Reliées comme elles sont indiquées sur le dessin, les manivelles ne peuvent tourner que de un quart de révolution à droite ou à gauche, mais cela suffit pour effectuer rapidement le serrage et le desserrage du bois, parce que l'on opère généralement sur un grand nombre de pièces de même équarissage.

Chaque fois que l'on change le travail, il suffit de désunir les manivelles et de régler la position des mordaches en rapport avec les dimensions des pièces de bois, dans lesquelles il s'agit de pratiquer les mortaises.

Pour empêcher que le bois ne soit soulevé par l'outil quand il remonte, une presse à vis, actionnée par la manivelle *k'*, le retient solidement. L'écrou de cette vis fait partie d'un étrier K' dont les branches sont engagées dans une rainure pratiquée à la table du plateau.

Du PORTE-OUTILS ET DE SA COMMANDE. — Les deux bras horizontaux B et B' du bâti sont disposés pour servir de guide à un arbre carré en fonte L, à l'extrémité inférieure duquel est monté le porte-outils. Celui-ci est réuni à l'arbre par l'intermédiaire d'une tige *l'*, d'une douille en fer *m* et d'une sorte de manchon à brides *m'* (fig. 2, 3 et 13).

La douille est fixée avec l'arbre par le manchon, mais la tige *l'* peut tourner librement dans la douille, parce qu'elle n'est retenue avec elle que par une rondelle et deux écrous (voyez fig. 3), de sorte que le porte-outils peut monter et descendre avec l'arbre, et à la fois tourner avec la tige.

A cet effet, une embase est ménagée sur celle-ci pour recevoir un collier sur lequel est montée à charnière la manivelle *n*, afin de maintenir le porte-outils dans une position rigide. Un ressort méplat maintient cette manivelle engagée dans la dent de l'un des deux bras *n'* et, lorsqu'on veut retourner les outils pour les faire travailler en sens inverse, il suffit d'appuyer sur la poignée pour faire céder le ressort et dégager la manivelle; ensuite on lui fait faire un demi-tour pour l'engager de la même manière dans la dent du second bras, diamétralement opposé au premier.

Ce mouvement demi-circulaire du porte-outils est nécessité par la forme même des outils M, qui, comme on le remarque sur les fig. 13, 14 et 16, sont affûtés comme des ciseaux; ils ne peuvent couper que dans un sens, et de plus, ils sont forgés chacun avec deux joues qui servent à les maintenir dans le bois à mesure qu'ils y pénètrent.

Ces outils sont fixés avec le porte-outils double au moyen de deux clavettes engagées dans des rainures *o* qui correspondent entre elles, comme l'indiquent les fig. 13 et 16.

Pour les mortaises doubles, espacées plus ou moins l'une de l'autre, il faut avoir par conséquent des porte-outils de rechange.

Le porte-outil pour faire les mortaises simples est représenté fig. 14, le ciseau unique M' est réuni directement à la tige centrale *l'*, percée d'un trou conique pour le recevoir et muni d'une entaille transversale pour loger la clavette *o'* qui l'y retient fixé.

Les deux bras B et B' sont disposés, comme nous l'avons dit, pour guider le mouvement de va-et-vient de l'arbre carré L. A cet effet, des plaques minces de cuivre, fixées par des vis *v*, fig. 2, sont interposées de chaque côté des deux faces latérales, et une plaque plus épaisse en fer b^2 ferme sur le devant le passage nécessaire à l'introduction de l'arbre. Celui-ci est muni à sa partie supérieure d'une tige filetée L' (fig. 1 et 3), traversant l'écrou N, lequel est carré pour passer dans la rainure pratiquée dans l'arbre, et qui est prolongé pour se relier à la petite bielle N', attachée au disque O formant manivelle.

La réunion de l'arbre avec la bielle N', au moyen de la vis L', permet, à l'aide d'une manivelle montée sur le carré qui la termine, de déplacer l'écrou N, qui glisse alors dans la rainure pratiquée dans l'arbre, de façon à régler la hauteur de descente des outils par rapport à la table du chariot porte-pièces.

La course du porte-outils peut-être également réglée en changeant la course de la manivelle motrice. A cet effet, une rainure en queue d'hironde est pratiquée dans l'épaisseur du disque O, et une vis *q* y est logée; elle est engagée dans un écrou *q'* (fig. 17) de la même forme que la rainure. Cet écrou est forgé avec une tige cylindrique entourée par une petite douille, sur laquelle s'opère le serrage de l'écrou et de la rondelle, retenant la tête de la bielle N, laquelle est garnie d'une bague en acier tournant librement sur la douille. Cet assemblage se déplace naturellement avec l'écrou quand on tourne la vis *q*, de sorte que le point d'attache de la bielle, ou le bouton proprement dit, est facultativement éloigné ou rapproché du centre de mouvement du disque, suivant le sens dans lequel on tourne la vis.

Le disque O est rapporté à l'une des extrémités de l'arbre O', monté à l'intérieur de la longue douille en fonte A^2, fondue avec le bâti. Cette douille, prolongée en dehors de celui-ci, est tournée cylindrique pour recevoir le moyeu de la poulie à deux étages P, qui y est montée librement.

Mouvement de retour rapide de l'outil. — On remarque que l'arbre O' ne se trouve pas dans l'axe de cette poulie, mais qu'au contraire il est excentré d'une façon assez sensible et que son extrémité, opposée au disque O, n'est reliée à la poulie que par une espèce de manivelle *p'*. Celle-ci n'y est pas moins attachée directement: C'est une petite pièce carrée en acier *p'* (fig. 3, 8 et 9), qui opère la réunion; elle est disposée pour glisser librement dans une rainure ou coulisse rectangulaire ménagée dans l'épaisseur de la manivelle.

A cet effet, cette coulisse est garnie sur l'un des côtés (voy. fig. 8) d'une lame en acier serrée par des vis *r*, afin de guider le mouvement de va-et-vient de la pièce *p'* dans l'intérieur de la manivelle.

Ce mouvement provient naturellement de ce que l'axe O' et la poulie motrice P ne se trouvent pas dans le même axe. On peut se rendre compte de l'effet qui se produit en examinant le tracé fig. 9.

Comme la manivelle est fixée sur l'arbre O', elle ne peut faire autrement que de décrire un arc de cercle concentrique à cet arbre. La pièce *p* se trouve dans les mêmes conditions par rapport à la poulie P; il en résulte que cette pièce prend dans la coulisse les différentes positions indiquées par les points 1, 2, 3, etc., c'est-à-dire que, comme elle est obligée de rester à la même distance du centre de rotation de la poulie, cette distance se trouve modifiée dans la coulisse, par rapport à la manivelle, d'une quantité justement égale à l'excentricité, ou au double du rayon,

ou, en d'autres termes, au double de la distance qu'il y a entre le point central de la poulie et celui de la manivelle.

On voit donc que l'arbre O′ ne se meut qu'entraîné par la poulie, et que, par suite, le mouvement de l'outil doit être subordonné à celui de cet arbre, puisque c'est lui qui transmet le mouvement par l'intermédiaire de la bielle N′ et du disque à manivelle O.

Cette disposition a pour but, comme on sait, de rendre variable la marche rectiligne verticale de va-et-vient du porte-outils L, en le faisant descendre lentement, lorsque les outils travaillent, et remonter rapidement lorsqu'ils n'agissent plus.

Cet effet résulte naturellement du mouvement de la pièce p' dans la coulisse de la manivelle p. On remarque sur le tracé fig. 9, que lorsque cette pièce p' décrit un cercle régulier autour du point x, qui est le centre de la poulie, les angles 1, 2, 3, etc., qui correspondent à ceux 1′, 2′, 3′, etc. décrits par la manivelle p, de son centre de mouvement x', ne sont pas égaux entre eux. Ainsi, on voit que la demi-révolution de la poulie, des points 1 à 5, ne fait parcourir à la manivelle fixée sur l'axe O′ que la distance comprise entre les points 1′ à 5′, et que pendant la seconde demi-révolution, des points 5 à 1, la distance parcourue dans le même sens est beaucoup plus considérable, puisqu'elle est comprise entre les points 5′ à 1′.

La différence de vitesse entre la première demi-révolution et la seconde peut être évaluée, pour la marche rectiligne du porte-outils, par la différence de longueur de la ligne 1′ à 5′ au point 3′ pour la descente, et de cette même ligne au point 7′ pour le retour rapide.

Arrêt au moyen du frein. — La poulie à deux étages P est réunie par quatre vis v' avec une embase P′ (fig. 3 et 7), montée sur son moyeu; celle-ci présente une gorge ou poulie d'un plus petit diamètre sur la circonférence de laquelle on fait agir le frein R, pour arrêter instantanément le mouvement du porte-outils.

Cet arrêt est nécessaire pour retourner les outils lorsqu'ils ont fait la moitié de la mortaise. On choisit l'instant où ils sont en haut de la course, c'est-à-dire complétement dégagés du bois, pour serrer le frein au moyen du levier S (fig. 2). Sans cesser d'appuyer sur celui-ci, l'ouvrier prend la manette n, la dégage de l'un des bras n', et lui faisant faire un demi-tour, l'engage dans l'autre bras opposé; il cesse alors d'appuyer sur le levier S, et un ressort T méplat (vu en ponctué fig. 2) desserre le frein, ce qui laisse le porte-outils reprendre son mouvement de va-et-vient.

Le frein est composé d'une lame cintrée en acier R (fig. 2, 3 et 10), munie au milieu d'un renflement monté sur le boulon R′; ses deux extrémités sont assemblées à charnières avec deux écrous s' (fig. 10), engagés dans les filets de la vis t, qui a le pas fileté moitié à droite, moitié à gauche. Cette vis ou plutôt ces deux vis sont fixées sur l'arbre t', monté dans deux oreilles fondues avec le bâti. Celui-ci est muni à l'une de ses extrémités du ressort à palette T, et de l'autre du levier S, à l'aide duquel on fait tourner

l'arbre t', et par suite on rapproche simultanément les deux écrous s opérant le serrage des deux branches R, qui forment frein sur la poulie P'.

Cette machine employée, comme nous l'avons dit, dans les ateliers du chemin de fer de l'Est peut suffire en moyenne au mortaisage des bois propres à la fabrication de deux wagons par jour, le porte-outils donne environ 140 coups à la minute. Un homme fait en une heure 20 mortaises de $0^m,80$ de longueur, $0^m,012$ de largeur et $0^m,060$ de profondeur.

Dans cette évaluation n'est pas compris le perçage des trous nécessaires pour le passage des outils.

Le prix de cette machine est de 4,000 fr.

DESCRIPTION DE LA MACHINE HORIZONTALE A MORTAISER LES BOIS REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 1 A 8, PL. 40.

La fig. 1 représente cette machine de face, dessinée à l'échelle de 1/12e de l'exécution.

La fig. 2 en est une projection extérieure vue de côté, dans le sens longitudinal du mouvement de l'outil.

La fig. 3 la fait voir en plan horizontal, vu en dessus.

La fig. 4 en est une section longitudinale faite par le milieu, suivant la ligne 1-2 du plan.

La fig. 5 est une projection horizontale correspondante à la fig. 4, de la transmission articulée du chariot porte-outils.

La fig. 6 est un détail, au 1/10e d'exécution, de l'assemblage à rotule de la bielle motrice avec le porte-outils.

La fig. 7 indique en détail la disposition du levier à verrou, à l'aide duquel on fait faire un demi-tour à l'outil.

La fig. 8 représente l'outil suivant deux projections.

L'examen de ces figures suffit pour faire reconnaître que cette machine diffère complétement, comme disposition, de celle que nous venons de décrire ; pourtant le travail qu'elles produisent toutes deux est le même, si ce n'est que cette dernière est plus spécialement utilisée au mortaisage des bois de petites dimensions.

DU BATI ET DU CHARIOT PORTE-PIÈCES. — Le bâti se compose d'une simple caisse A, fondue d'une seule pièce avec de larges empattements. Les deux côtés latéraux sont percés de deux larges ouvertures rectangulaires : l'une est fermée par un panneau en tôle et l'autre par une porte A' (fig. 2) à deux battants montés à charnières, de sorte que l'intérieur du bâti forme caisse et peut servir pour loger les outils de rechange, écrous, clefs, burette à huile, etc.

La face du bâti est en outre fondue avec deux montants verticaux a, qui reçoivent des règles en fer taillées à queue d'hironde servant de guide à la table mobile C, sur laquelle est monté le chariot porte-outils.

Cette table est fondue avec une douille c (fig. 4), dans laquelle est logé

un petit arbre muni du volant à main C′ et du pignon d'angle c′, engrenant avec un pignon semblable d. Celui-ci est monté à l'extrémité de la vis d′, qui traverse un écrou e fixé sur la face du bâti, de façon qu'en tournant ce volant, à droite ou à gauche, on fait monter ou descendre la table le long de cette face, et par suite on règle à volonté la hauteur de la pièce de bois à mortaiser X, par rapport à l'outil M.

Comme dans la machine verticale, l'outil ne se déplace que dans un sens, pour pénétrer de la profondeur voulue dans le bois; c'est le chariot E, sur lequel il est fixé par les mordaches J et J′, qui se meut perpendiculairement, pour que le mortaisage puisse s'effectuer dans le sens longitudinal.

A cet effet le chariot E est ajusté à queue d'hironde sur la poupée D, et il est muni de la crémaillère D′ engrenant avec le pignon b, qui sert à lui communiquer le mouvement.

La mordache J est fixée au moyen de boulons à têtes j, engagés dans les rainures pratiquées dans l'épaisseur du chariot. Les deux autres mordaches J′, qui serrent la pièce de bois à mortaiser X contre celle J, sont reliées à des écrous engagés dans les vis j′, que l'on manœuvre à l'aide de petits volants à main K. La poupée est réunie avec le dessous de la table C, au moyen de deux boulons (fig. 1 et 2), dont les têtes sont engagées dans des rainures circulaires, ce qui permet de donner au chariot des inclinaisons diverses par rapport à l'outil, de sorte que l'on peut sur cette machine pratiquer, au besoin, des mortaises inclinées, c'est-à-dire plus profondes à une extrémité qu'à l'autre.

Du porte-outils et de sa commande. — La caisse A qui forme le bâti est recouverte par une plaque B, fondue avec deux règles B′, taillées à queues d'hironde pour servir de guide au chariot porte-outils L. Celui-ci est fondu, à cet effet, avec une table rectangulaire dont les côtés latéraux correspondent à la forme des règles. Deux supports L′, fondus avec cette table, reçoivent dans des coussinets en bronze les collets de l'arbre à manivelle N, muni du petit volant V et de la poulie motrice P, qui est à deux étages afin de pouvoir faire varier au besoin la vitesse de l'outil. Ce dernier est claveté à l'extrémité du cylindre O, dont le bout opposé est assemblé avec la bielle N′, qui lui transmet le mouvement de va-et-vient.

Comme l'indique la fig. 6, l'assemblage est à rotule, c'est-à-dire que la bielle N′ est terminée par une sphère logée dans une cavité pratiquée à l'intérieur du cylindre O; elle appuie sur un grain d'acier pendant le travail de l'outil, et un coussinet en bronze, maintenu serré par un écrou n, la retient solidaire avec le cylindre, qu'elle entraîne alors avec elle pendant son retour.

Le cylindre est guidé dans la douille du chariot porte-outils par des bagues en bronze rapportées à chaque extrémité; elles sont maintenues en place par les chapeaux l, vissés dans l'épaisseur du bourrelet qui termine les deux bouts de la douille. Une ouverture est ménagée au milieu de celle-ci pour livrer passage au levier G (fig. 2, 3, 4 et 7), au moyen

duquel on fait faire à l'outil le demi-tour nécessaire pour pratiquer la mortaise à droite et à gauche du trou, percé à l'avance pour l'introduction du ciseau.

A cet effet, le levier est réuni au cylindre porte-outils O, par l'intermédiaire d'une bague en bronze g (fig. 7), qui épouse la forme carrée à angles abattus du milieu de l'arbre. Une manette G', terminée par une petite saillie ou verrou g', est montée à charnières à l'extrémité de ce levier, qu'un ressort méplat maintient dans la position indiquée (fig. 3 et 7), alors le verrou g' est engagé entre les joues d'une pièce h, fixée sur l'un des côtés du chariot L, et elle maintient le porte-outil dans une position rigide; il est placé, par exemple, pour que le ciseau fonctionne de gauche à droite.

Pour changer le sens, il suffit, après avoir appuyé légèrement sur la manette G' pour comprimer le ressort, et par suite dégagé le verrou g' de la pièce h, de faire tourner le levier jusqu'à ce que le verrou rencontrant les joues de la seconde pièce h' (fig. 3), fixée sur la douille diamétralement opposée à la première, vienne s'y introduire et par suite fixer l'outil dans cette seconde position.

Le chariot dans la douille duquel se meut le porte-outils, et qui porte la commande de ce dernier, comme nous l'avons vu, est lui-même mobile au moyen d'une manette R, montée à l'extrémité de l'arbre horizontal r (fig. 2, 4 et 5). Celui-ci est muni, au milieu de sa longueur, d'un levier R' relié à deux petites bielles méplates en fer S, assemblées sur une oreille fondue avec l'écrou S'. Ce dernier est traversé par la vis s montée dans une douille A^2 fondue avec le bâti. Un petit volant à main V' permet de faire tourner cette vis, et de changer la place de l'écrou, qui glisse alors dans deux guides latéraux a^2 (fig. 4), fondus en saillie de chaque côté du bâti, dans le prolongement de la douille A^2.

Ce déplacement de l'écrou a pour objet de faire varier la course du chariot, afin de le mettre en rapport avec la profondeur des mortaises à pratiquer dans la pièce de bois, serrée entre les mordaches J et J'. En effet, plus l'écrou S sera éloigné du bois en travail, moins la profondeur de la mortaise sera grande, puisque cette profondeur est déterminée par le déploiement de la genouillère formée par le levier R' et les bielles S, comme l'indique le tracé en lignes ponctuées fig. 4.

Ce changement de position de la genouillère est opéré par l'ouvrier en agissant sur la manette R.

Comme dans la machine verticale, l'outil horizontal donne environ 140 coups à la minute.

Un homme peut faire en une heure 16 mortaises de $0^m,080$ de longueur, $0^m,012$ de largeur et $0^m,060$ de profondeur.

Le prix de cette machine est de 2,200 francs.

DESCRIPTION DE LA MACHINE A FAIRE LES TENONS ET LES ENTAILLES, REPRÉSENTÉE PAR LES FIG. 9 A 14, PL. 40.

La fig. 9 représente cette machine en section longitudinale faite par le milieu. Les deux pieds en fonte qui supportent le banc sont enlevés.

La fig. 10 en est une section transversale faite perpendiculairement à la fig. 9, suivant la ligne 3-4.

Les fig. 11 et 12 sont les détails, sur une plus grande échelle, des outils pour faire les tenons.

Les fig. 13 et 14 font voir le porte-outils monté pour pratiquer les entailles à mi-bois.

Sur le banc en fonte A est boulonné le support fixe B, dont les côtés latéraux sont taillés à queue d'hironde pour servir de guide à la poupée C, mobile verticalement sur sa face. A cet effet, elle est munie d'un écrou en bronze *c* (fig. 9), traversé par la vis V, de 30 mill. de diamètre et de 9 mill. de pas; celle-ci reçoit à sa partie supérieure un pignon d'angle *p* engrenant avec un pignon semblable *p'*, fixé sur l'arbre horizontal D. Une manivelle M, montée à l'une de ses extrémités, permet de faire tourner la vis et par suite de déplacer la poupée C, munie de l'arbre E.

Celui-ci tourne dans des coussinets en bronze logés dans les deux bras de la poupée qui, en outre, est fondue avec une console C' munie d'une pointe en acier *c'* (fig. 10), sur laquelle s'opère la butée de l'arbre. Une poulie d'un petit diamètre P, fixée à l'extrémité opposée à la pointe, reçoit la courroie qui transmet le mouvement aux outils.

Parallèlement à l'arbre D, mais un peu plus bas, est monté, dans des oreilles fondues au sommet du support B, un second arbre D' muni de la poulie P' et d'un pignon *d*, lequel engrène avec un pignon semblable *d'*, fixé par une longue clavette sur l'arbre D. A l'aide du levier à manette on fait glisser le pignon *d'* sur ce dernier arbre *e*, afin d'engager ou de dégager ses dents de celles du pignon *d*. Dans ce cas, quand les pignons n'engrènent pas ensemble, la poupée porte-outils ne peut se déplacer qu'au moyen de la manivelle M. C'est seulement lorsque la passe est faite que l'on embraye les deux pignons *d* et *d'*, au moyen de la fourchette *e*, afin de faire monter rapidement les outils.

Le banc de la machine est taillé à queue d'hironde sur ses bords longitudinaux pour recevoir le premier plateau F, de forme correspondante, et ajusté par une règle en fer *f*, serrée par des vis de réglage. Ce plateau est muni de l'écrou F', traversé par la vis V' logée à l'intérieur du banc. L'une d'elles est munie du pignon d'angle *v* engrenant avec un pignon semblable monté sur un arbre *f'*. Celui-ci est soutenu par une douille fondue avec le banc; il est traversé par un carré sur lequel s'ajuste une manivelle, qui sert à faire mouvoir les pignons et, par suite aussi, le chariot porte-pièces dans le sens longitudinal du banc.

La translation dans le sens transversal est obtenue au moyen de la manivelle m, qui actionne la vis g, logée dans une cavité pratiquée dans l'épaisseur du premier plateau F. A cet effet, le second plateau G, ajusté à queue d'hironde sur le premier, est muni d'un écrou engagé dans les filets de la vis g; il est relié à un châssis en fonte G′, muni de quatre rainures transversales; deux sont taillées à queue d'hironde pour recevoir des pièces de forme correspondante vissées avec les mordaches J et J′, qui sont réunies à des écrous j, traversés par les deux vis doubles h, placées parallèlement à l'intérieur du châssis; ces vis servent à rapprocher les mordaches, et à serrer la pièce de bois avant de la soumettre à l'action des outils.

Ceux-ci sont montés sur des porte-outils en fonte L, fixés sur l'arbre E au moyen d'une clavette et des vis de pression i (fig. 13). Ils sont séparés entre eux par des rondelles i' (fig. 10), dont les dimensions varient avec le nombre de porte-outils placés sur l'arbre, et suivant les dimensions des tenons que l'on veut obtenir. Toutes ces rondelles et porte-outils s'appuient d'un bout sur une embase k, et de l'autre sont maintenus solidaires par un écrou rond k'.

Chaque outil n'est autre qu'un fer de rabot l, logé dans une entaille pratiquée dans l'épaisseur du porte-outils. Cette entaille est inclinée de 1 centimètre dans le sens de la rotation de l'arbre. Le taillant du rabot est aussi incliné afin d'éviter les éclats du bois, qui se produiraient s'il était attaqué à la fois en ligne droite et sur toute la largeur de la lame.

Chaque fer de rabot est fixé solidement sur le bras du porte-outils en l'épaulant par sa saillie l' (fig. 12 et 13), et en serrant fortement le boulon à écrou et rondelle n. Pour les entailles à mi-bois, les porte-outils L, représentés par les figures 9, 10 et 11, sont remplacés par celui indiqué fig. 13. Ce dernier possède en plus une petite lame en acier N (fig. 14), placée perpendiculairement au rabot dans une rainure pratiquée dans l'épaisseur de son bras développé. Un boulon, avec une tête taillée à queue d'hironde, retient cette lame fixe avec les bras au moyen d'un écrou n'; elle est disposée sur chaque porte-outils pour correspondre aux extrémités de l'entaille, afin de pratiquer de chaque côté une fente qui remplace le trait de la scie, pour éviter l'éclat du bois.

Comme la vis V qui commande la poupée C a 9 mill. de pas, en faisant faire environ 60 tours à la manivelle M, les porte-outils descendent de $60 \times 9 = 540$ mill. par minute.

La vitesse circulaire des outils est d'environ 1,700 à 1,800 tours.

Fonctionnant dans ces conditions, la machine débite 1,000 tenons à enfourchements ou entailles, en 53 heures, compris le placement et déplacement des bois sur la machine. Les dimensions moyennes des tenons sont : 16 millim. d'épaisseur, 60 millim. de largeur et 60 millim. de hauteur.

Le prix de cette machine est de 3,000 francs.

FIN DU TOME ONZIÈME.

TABLE RAISONNÉE

DES

MATIÈRES CONTENUES DANS LE TOME ONZIÈME

DE LA PUBLICATION INDUSTRIELLE

I

II

III

IV

V

Pages.

VI

VII

VIII

Pages.

IX

X

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES

AUTEURS, MÉCANICIENS, INGÉNIEURS ET MANUFACTURIERS

QUI ONT ÉTÉ CITÉS DANS CE VOLUME

Pour leurs Ouvrages, pour leurs Inventions, ou pour leurs Travaux

M

N

P

R

S

FIN DE LA TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS.

PARIS. — IMPRIMERIE DE J. CLAYE, RUE SAINT-BENOIT, 7.

